

Archiv

für

Mikroskopische Anatomie

herausgegeben

von

v. la Valette St. George in Bonn

und

W. Waldeyer in Strassburg.

Fortsetzung von Max Schultze's Archiv für mikroskopische Anatomie.

Siebenzehnter Band.

Mit 35 Tafeln und 12 Holzschnitten.

Bonn,

Verlag von Max Cohen & Sohn (Fr. Cohen)

1880.





Inhalt.

	Seite
Ueber Knochenmark und Blutbildung. Von Dr. G. E. Rindfleisch, Professor in Würzburg. I. Hierzu Tafel I, Fig. 1. 2	1
Ueber die morphologischen Veränderungen der Thränendrüse bei ihrer Thätigkeit. Von Paul Reichel, stud. med. Hierzu Tafel I, Fig. A. B. (Aus dem physiologischen Institut zu Breslau.)	12
Zur Histologie des Nierenbeckens und des Harnleiters. Von Ad. Hamburger, stud. med. in Budapest. Hierzu Tafel II. Aus der Anstalt des Herrn Professor Mihalkowicz.)	14
Ueber Knochenmark und Blutbildung. Von Dr. G. E. Rindfleisch, Professor in Würzburg. II. III. Hierzu Tafel III.	21
Commentare zur Keimbläschentheorie des Eies. I. Die Blastodermelemente und Dotterballen der Insecten. Von Dr. Alexander Brandt. Hierzu Tafel IV.	43
Ueber das unicomneale Tracheaten- und speciell das Arachnoideen- und Myriopoden-Auge. Von V. Graber. Hierzu Tafel V, VI und VII und ein Holzschnitt	58
Nachtrag, betreffend die Convergenz zwischen dem Tracheaten- und Annelidenstamme. Von V. Graber.	94
Neue Untersuchungen zur Anatomie der Seitenorgane der Fische. I. Die Seitenorgane von Chimaera. Von B. Solger. Hierzu Tafel VIII	95
Ueber die Entwicklung der Glomeruli. Von Dr. Hugo Ribbert, Assistent am pathologischen Institut zu Bonn. Mit 4 Holzschnitten.	113
Ueber die Fortpflanzung isopoder Crustaceen. Von Dr. Jos. Schöbl in Prag. Hierzu Tafel IX und X	125
Weitere Untersuchungen über das Riechepithel und sein Verhalten zum Nervus olfactorius. Von Dr. A. von Brunn, Prosector in Göttingen. Hierzu Tafel XI	141
Fortsetzung der Untersuchungen über Tethya lyncurium Autorum. Von Dr. Béla Dezsö aus Kolozsvár. Hierzu Tafel XII.	151
Ein neues Präparations-Mikroskop. Von Dr. Jos. Schöbl in Prag. Hierzu Tafel XIII.	165
Ueber die Theilung der thierischen Zellen. Von Professor Peremeschko in Kiew. (Fortsetzung.) Hierzu Tafel XIV.	168
Ueber den Bau der „Fettflosse“. Von v. la Valette St. George. Hierzu Tafel XV	187
Zur Kenntniss der Drüsenzellen des Magens, besonders beim Menschen. Von Dr. Ludwig Edinger, Assistent der medic. Klinik zu Strassburg i. E. Hierzu Tafel XVI.	193
Notiz, betreffend den Magen von Tropicidonotus natrix. Von Dr. Ludwig Edinger in Strassburg i. E.	212

Versuche über künstliche Theilbarkeit von Beroë ovatus. Angestellt zum Zweck der Controle seiner morphologischen Befunde über das Nervensystem dieses Thieres von Th. Eimer in Tübingen. Mit 2 Holzschnitten	213
Notiz über unvollkommene Schmelzentwickelung auf den Mahlzähnen der Ratte — Mus decumanus. Von Dr. A. von Brunn, Prosector in Göttingen. Hierzu Tafel XXVII.	241
Morphologische Untersuchungen über die Augen der freilebenden marinen Borstenwürmer. Von V. Graber, k. k. o. ö. Professor* der Zoologie an der Universität Czernowitz. Hierzu Tafel XXVIII, XXIX, XXX und 2 Holzschnitte	243
Die Nervenendigungen in der Iris. Von Andreas Meyer. (Mitgetheilt von Professor Arnstein in Kasan.) Hierzu Tafel XXXI und XXXII	324
Ueber ein die Lymphgefäße umspinnendes Netz von Blutcapillaren. Von Alexander Dogiel. Hierzu Tafel XXXIII. (Aus dem histologischen Laboratorium des Professors C. Arnstein in Kasan.)	335
Ueber Tastapparate bei Eucharis multicornis. Von Th. Eimer in Tübingen. Hierzu 3 Holzschnitte	342
Beiträge zur Kenntniss des Baues der Reptilienhaut. Von Dr. Andrea Batelli in Florenz. Hierzu Tafel XXXIV und XXXV. (Anatomisches Institut zu Strassburg.)	346
Beiträge zur Kenntniss der Lymphbahnen des Central-Nervensystems. Nach Untersuchungen von Dr. Fr. Fischer mitgetheilt von Professor Waldeyer	362
Ueber die Endigungsweisen der sensiblen Nerven. Nach Untersuchungen von Dr. V. Izquierdo mitgetheilt von Professor Waldeyer	367
Berichtigung. Von Dr. J. Disse	383
Ueber den Bau und die Thätigkeit der sog. Leber der Crustaceen. Von Dr. Max Weber, Prosector in Amsterdam. Hierzu Tafel XXXVI, XXXVII und XXXVIII.	385
Neue Untersuchungen zur Anatomie der Seitenorgane der Fische. II. Die Seitenorgane der Selachier. Von B. Solger in Halle a. d. S. Hierzu Tafel XXXIX	458
Ueber das häutige Labyrinth der Amphibien. Von Dr. Kuhn, Docent der Ohrenheilkunde an der Universität Strassburg. Hierzu Tafel XL—XLV	479
Commentare zur Keimbläschentheorie des Eies. II. Das Keimbläschen als primäre Zelle. Die amöboide Beweglichkeit des Keimbläschens und Zellkerns, besonders in ihren Beziehungen zur Eifurchung, Befruchtung und Kerntheilung. Von Dr. Alexander Brandt	551

Tafel 17—35 sind aus Versehen mit 27—45 bezeichnet; da letztere Bezeichnung auch im Text beigehalten ist, sind Störungen beim Lesen der betr. Arbeiten ausgeschlossen.

Ueber Knochenmark und Blutbildung.

Von

Dr. G. E. Rindfleisch,

Professor in Würzburg.

I.

Hierzu Tafel I, Fig. 1, 2.

Kein Wort über die Nützlichkeit, ja die Nothwendigkeit neuer und immer neuer Untersuchungen über die Bildungsstätten des Blutes und über die Blutbildung. Wer von uns empfindet es nicht fast wie eine wunde, schmerzhafteste Stelle seines wissenschaftlichen Menschen, dass wir noch immer nicht sagen können: Hier und so entstehen die rothen Blutkörperchen! Seien wir indessen den Autoren dankbar, welche nach langer unfruchtbarer Pause die Frage neuerdings gestellt und durch ihre Arbeiten gefördert haben.

Ich meine Neumann und Bizzozero, an welche sich noch andere Autoren angeschlossen haben. Danach kommen im rothen Knochenmark Zellen vor mit rothgelbem homogenem Protoplasma und deutlichen Kernen, Zellen also, welche den rothen Blutkörperchen der frühesten Lebensepochen gleichen. Jedermann kann diese Beobachtung ohne Anstand bestätigen. Seitdem wissen wir, wo wir, abgesehen von der Milz, den Heerd der Blutbildung zu suchen haben. Das Knochenmark — und zwar das rothe soge-

nannte foetale Mark — ist ein solches Organ der Blutbildung. Eine fesselnde Vorstellung, selbst wenn dieselbe zunächst als Hypothese das Licht der Welt erblickt hätte.

Ich erinnere mich noch des tiefen Eindruckes, welchen dieselbe auf den unvergesslichen Max Schultze machte. Seitdem sind freilich wieder Jahre verflossen, ohne dass es gelungen wäre, auf dem neu gewiesenen Wege erheblich weiter zu kommen.

Man hat das Knochenmark bei den verschiedensten Blutveränderungen untersucht, aber selbst die Ergebnisse bei Leukämie und Anaemie haben etwas Widersprechendes. Man unterschied kleinere und grössere Formen von kernhaltigen rothen Blutkörperchen. Aber wo blieb die Brücke von den kernhaltigen zu den kernlosen Formen? Welche anatomische Einrichtungen besitzt überhaupt das rothe Knochenmark, die es zur Bereitung und Absonderung der rothen Blutkörperchen befähigen?

Diese Fragen waren es, auf welche hin ich diese neuen Untersuchungen unternahm. Zunächst war es mir darum zu thun, eine exakte Vorstellung von dem noch strittigen Cirkulationsverhältnissen des rothen Knochenmarks zu gewinnen. Ich hatte noch niemals vollkommen gelungene Injektionen des Knochenmarks gesehen. Die grössten Meister der Injektionstechnik sind an diesem Punkt stillschweigend vorübergegangen. Ist es denn so schwierig, das Knochenmark gut zu füllen?

In der That ich hätte nicht geglaubt schon hier auf Schwierigkeiten zu stossen. Die meisten Knochen lassen sich mit den gewöhnlichen heiss- und kaltflüssigen Injektionsmassen gar nicht beikommen. Die parostalen und periostalen Gefässe sind vielleicht bis in das letzte feinste Reis aufs schönste gefüllt und doch ist kein Tropfen Injektionsmasse in das Mark eingedrungen.

Ich kann diese Erscheinung nur theilweise verstehen. Es handelt sich hier um eine besondere Schwierigkeit, das in den Markgefässen enthaltene, dieselbe völlig füllende Blutquantum durch die Injektionsflüssigkeit zu verdrängen und zu ersetzen. Andere Organe, deren Kapillaren sich leicht und vollständig füllen, enthalten aber vor der Injektion wenig oder gar kein Blut. Es ist etwas ähnliches mit der Marksubstanz der Nieren, welche auch stets mit Blut gefüllt gefunden wird und nur sehr ausnahmsweise ein wenig Injektionsflüssigkeit in die Kapillaren eindringen lässt. Bizzozero gelang es, das Mark der Kaninchen-Tibia von der

A. cruialis auszufüllen. Ich habe in den platten Knochen der jüngeren Meerschweinchen das Objekt gefunden nach dem ich suchte.

Ein handlanges Meerschweinchen wird durch einen Schlag auf den Kopf getödtet, mit ausgespreizten Extremitäten auf ein Brettchen genagelt, der Bauch in der Linea alba geöffnet, in die Aorta abdominalis eine Canüle aufwärts eingebunden, die Vena cava geöffnet und unverzüglich eine blutwarme blaue Leimmasse injicirt. Man erhält auf diese Weise sehr vollkommene Injektionen der Markgefässe an den mittleren Rippen. Das Objekt ist sehr handlich. Man kann die Rippenwand in toto durchsichtig machen um die allgemeinen Zufluss- und Abflusswege des Knochenblutes zu übersehen. Man kann aber auch an der entkalkten Rippe beliebig dünne Scheiben entnehmen. Man kann sogar den grössten Theil des Markes mit Ausnahme desjenigen, welches die äussersten Markräume an der Ossifikationsgrenze gegen den Knorpel hin füllt, als ein zusammenhängendes Ganze aus der Markhöhle herausheben; man weiss stets genau ob man in einem zu zerzupfenden Stückchen Material eine kleine Vene oder Arterie mitbekommen hat etc.

Hat man bei irgend einer der zur weiteren Untersuchung gewählten Methode dafür gesorgt, dass der Blutfarbstoff nicht aus den rothgefärbten Zellen diffundiren konnte, so ist das Erste was für Manchen vielleicht doch nicht so ganz selbstverständlich ist und daher hier von mir hervorgehoben wird, dass das rothe Knochenmark eine von dem Blut in den Blutgefässen gänzlich unabhängige dunkel-gelbrothe eigene Parenchymfarbe besitzt. Ich finde bei den Autoren häufig eine gewisse Unsicherheit in dieser Beziehung. Fast immer wird ausdrücklich der weiten oder erweiterten Blutgefässe des rothen Markes Mit-Erwähnung gethan und dem Gedanken Raum gegeben, als ob die rothe Farbe des Markes von diesem Faktor grösstentheils abhängig sei. Dem ist jedoch nicht so. Das Markparenchym ohne alles Gefässblut ist rothgelb, und diese Farbe ist auf seinen Gehalt an blutbildenden Zellen zurückzuführen.

Zum zweiten haben wir es mit einer im Allgemeinen wohlgeschlossenen Blutbahn zu thun (Fig. 1). Das Kapillarnetz ist verhältnissmässig engmaschig und gleichmässig in allen Theilen des Markes gebildet, die Kapillarwege selbst auffallend weit und etwas gewunden, was namentlich im Gegensatz zu den arteriellen Bahnen hervorzuheben ist. Die Arterien (a), welche die knöcherne Schale an 4—5 Punkten durchbohren, dringen bis gegen die Mitte des

Markeylinders vor, um sich sofort in einige wenige der Knochenaxe parallel verlaufende dünne und grade Zweige aufzulösen. Diese dringen nach mehrmaliger spitzwinkliger Gabelung bis in die äussersten Enden der Markeylinder vor und inseriren sich an wenig zahlreichen Punkten in das Kapillarsystem. Die Injektionsmasse, welche in diesen Arterien enthalten ist, ist quantitativ so gering, dass sie gewiss kaum den zwanzigsten Theil der gesammten, in Kapillaren und namentlich Venen enthaltenen ausmacht.

Dagegen drängen sich die Venen (v) dem Beobachter als ein besonders bevorzugter Bestandtheil der ganzen Blutcanalisation von selbst auf. In jedem Markeylinder existirt zum Mindesten ein durchgehender Venenstamm von beträchtlicher Dicke, welcher an allen Seiten mit kurzen breiten Stümpfen besetzt ist, welche die Enden der Kapillargefässe gruppenweise vereinigen. Diese sind oft noch dicht vor ihrer Insertion stark in entgegengesetztem Sinne gekrümmt, so dass das Ganze den Eindruck eines dickstämmigen Baumes mit kurzen, knorrigen Aesten macht. An verschiedenen Stellen finden sich Emissarien, durch welche das in den Venenstämmchen gesammelte Blut zur Knochenoberfläche geführt wird. Die Einrichtung einiger besonders bevorzugten Arteriae und Venae nutritiae ist an den Rippen der Meerschweinchen ebenso vorhanden wie an den längeren Röhrenknochen und dadurch erhält die Blutbahn des Markeylinders etwas Insiehgeschlossenes, der Markeylinder selbst aber eine nutritive Selbständigkeit, welche unter Anderen auch wohl die auffallend leichte Ablösbarkeit desselben von der innern Knochenfläche bewirkt. Im Uebrigen sei hier gleich bemerkt, dass diese Einrichtung durchaus nur ein secundäres Ergebniss des Längenwachsthums der Knochen ist. Die primäre Einrichtung ist die an allen kurzen und würfligen Knochen das ganze Leben über bestehende Versorgung des Knochenmarkes durch zahlreiche Imissarien und Emissarien, welche über die ganze Oberfläche mehr oder wenig gleichmässig vertheilt sind. Wir werden weiter unten wohl noch einmal auf diesen Punkt zurückkommen, wenn es sich nämlich um die Beziehung der Blutversorgung auf die Beschaffenheit des Markparenchyms handelt. Jetzt stehen wir zunächst der Thatsache einer sehr vollkommenen Versorgung des rothen Knochenmarks mit einem Kapillargefässsystem sowie mit zuführenden Arterien und abführenden Venen gegenüber und müssen uns jetzt eine Vorstellung über die Art der

Circulation in diesen Gefässen zu bilden suchen. Dass das gewöhnliche, für die übrigen Organe fast ausnahmslos gültige Schema für das Knochenmark nicht passt, darau sind wir schon durch die auffallenden Misserfolge der Injektionstechnik hingewiesen. Wir müssen wohl etwas weiter ausholen.

Wir haben alle mit grosser Genugthuung die rasche Entwicklung verfolgt, welche der Gedanke einer Gesammt-Blutvertheilung durch das Gefässcentrum in den letzten Decennien erfahren hat. Eine kleine Stelle des Centralnervensystems bestimmt wieviel Blut jedem Organe des Körpers jederzeit zufließen soll. Wo das Blut für den Augenblick minder nöthig ist wird es abgesperrt um den am meisten bedürftigen Punkten zugeführt zu werden. So genügt eine verhältnissmässig kleine Menge dieses edeln Saftes um den ganzen Körper ausreichend zu versorgen und derselbe wird von den Schwankungen des Blutquantums bis zu einem gewissen Maasse unabhängig. Nur wenige Organe sind dem Gefässcentrum gegenüber selbständiger gestellt, vor allem das Centralnervensystem. Dieses liegt in einer unnachgiebigen knöchernen Kapsel, welche ihm jede grössere Volumschwankung untersagt, also auch diejenige, welche von einer zeitweise stärkeren oder schwächeren Füllung der Blutgefässe abhängig wäre. Wenn wir von den pathologischen Beeinträchtigungen des Innenschädelraumes absehen, so ist es in der That nahezu richtig, dass für jedes Quantum von Flüssigkeit, welches an einer Stelle im Schädel Platz finden soll, ein gleich grosses Quantum auf einer andern entweichen muss, dass keine noch so starke Zusammenziehung der Cautiden und der Vertebralarterien das Gehirn ganz blutleer, keine Stauungs- oder Wallungsblutfülle das Gehirn über ein gewisses sehr geringes Maass hinaus anschwellen machen kann. Auch kann das Blut im Innern der Schädelkapsel zwar momentan zum Stillstand kommen, es muss aber und zwar in toto weiter fließen, so bald nur die geringste Druckdifferenz zwischen den Arterien vor dem Schädel und den Venen hinter dem Schädel wieder hergestellt ist. Die ganze Fortbewegung des Innen-Schädelblutes erhält nämlich durch die Intervenienz der starren Schädelkapsel, welche durch das Medium der zwischengelagerten Hirnsubstanz hindurch den Gefässwandungen eine feste Stütze verleiht, mehr denjenigen Charakter der Strömung, mit welchem sich die Flüssigkeiten in starren Röhren fortbewegen. Die Venensinus der Dura mater können ja wirklich

als starrwandige Röhren angesprochen werden und die Zartwandigkeit selbst der grössten intracraniellen Arterien wäre ohne die Annahme, dass der grössere Theil des Widerstandes gegen den Blutdruck von der festen Schädelkapsel geleistet wird, ein ganz unbegreiflicher Nonsens der Natur-Einrichtungen. Wir dürfen also für die Blutbahn des Gehirns eine Fortbewegung annehmen, welche nur von zwei Dingen abhängt; nämlich einerseits von dem Druckunterschied des Arterienblutes diesseits und des Venenbluts jenseits der Schädellöcher, anderseits von dem Querschnitt, welchen die Blutbahn von jedem zwischen Anfang und Ende liegenden Punkte besitzt. Jener Druckunterschied wird fast ganz in Geschwindigkeit und nur zum kleinsten Theil in eine Wandspannung der intracraniellen Gefässe übergeführt, so dass ein sehr schnelles und stetiges Fliessen des Hirnblutes die nothwendige Folge ist. Doch besitzt das Gehirn bekanntlich ausser dem Blute noch eine zweite Flüssigkeit, welche dem eventuell andrängenden Blute Platz machen kann. Der Liquor cerebro-spinalis kann aus den Ventrikeln des Hirns nach der Rückgratshöhle hin entweichen und daher kommt es, dass Alles was wir von der Beständigkeit des Blutgehaltes und der Stetigkeit der Blutströmung im Schädelinnern anführen konnten, in Wirklichkeit nur eine begrenzte Geltung hat. Im Gehirn kann wenigstens Platz geschafft werden für Gefässausdehnungen und Zerreibungen. Anders ist es aber mit denjenigen Organen, wo eine allseitig geschlossene knöcherne Kapsel jeder Volumschwankung des eingeschlossenen weichen Kernes ein unübersteigliches Hinderniss entgegenstellt, anders ist es mit der Blutbewegung im Knochenmark.

Durch verhältnissmässig enge, wenig verästelte, bis ans Ende gestreckt verlaufende Arterien wird das Blut mit verhältnissmässig grosser Geschwindigkeit eingeführt. Diese Geschwindigkeit repräsentirt nahezu den ganzen Druckunterschied zwischen dem arteriellen Blut vor dem Knochen und dem venösen Blut hinter dem Knochen. Der Querschnitt der Blutbahn allein ist innerhalb des Knochens für die thatsächliche Geschwindigkeit massgebend, mit welcher sich ein Bluttheilchen vorwärts bewegt. Dieser erweitert sich im Capillargebiet erheblich, verjüngt sich aber bei der Sammlung zum Venenstämmchen wieder, so dass das Blut mit ziemlich grosser Geschwindigkeit aus den wenig zahlreichen Knochenmarkvenen austreten dürfte. Von irgend einem nennenswerthen

Druck, der unparirt von der knöchernen Kapsel auf der Stelle ruhte wo der Blutstrom das Knochenmark berührt, also auch an Stelle der Gefässwand, ist gar nicht die Rede.

Steigt der Blutdruck vor dem Knochen, so ist die Blutbewegung im Knochenmark eine entsprechend raschere. Dieses würde beispielsweise bei jeder andauernden und erheblichen Erhöhung des allgemeinen Arterienblutdruckes angenommen werden müssen. Sie würden angenommen werden müssen bei andauernd besserer Ernährung und steigender Blutfülle eines bis dahin schlechtgenährten oder auf irgend eine Weise anämisch gewordenen Individuums. Sicherer als jedem andern Organe würde der Knochen das jeweilige Plus des Arteriendruckes als ein „reichlicheres Durchströmtwerden vom Ernährungsfluidium“ zu Gute kommen müssen.

Anderseits steht das Knochenmark jeder örtlichen oder allgemeinen Herabsetzung des Blutdrucks vor dem Knochen resp. Steigerung des Blutdrucks in den Venen schutzlos gegenüber. Verlangsamung der Circulation, Verminderung des Blutwechsels, grössere Venosität des Blutes sind die unausbleiblichen Folgen.

Soviel vorerst über die Circulationsverhältnisse des Knochenmarkes im Allgemeinen. Betrachten wir nun zunächst, welchen Einfluss dieselben auf den Bau der Gefässwandungen äussern. Wenn es wahr ist, dass die Dickenentwicklung der Gefässwandungen in gradem Verhältnisse steht zu dem Druck, welchen die innere Oberfläche auszuhalten hat, wenn dieser Satz nicht nur die Hypertrophien des Herzens, sondern auch die allmälige Umwandlung der Kapillargefässe zu Arterien und Venen erklärt, wenn wir ein Recht hatten, die Schwachwandigkeit der Hirnarterie darauf zurückzuführen, dass hier der grösste Theil des Blutdruckes durch die knöcherne Schädelkapsel getragen wird, nun, so würde es vielleicht gar nicht so ausschweifend erscheinen, wenn wir für die Gefässe des Knochenmarks nur ein Minimum von Wand, vielleicht gradezu gar keine Wand postulirten?

In Wahrheit hat schon 1869 Hoyer die völlige Wandungslosigkeit der Knochenmarkvenen behauptet und ich bin in der Lage diese Behauptung völlig zu bestätigen. Die Venen des rothen Knochenmarkes sowie der grösste Theil der Kapillarbahnen desselben besitzen gar keine eigene Wandung,

während die Arterien eine überaus zarte Membran besitzen, welche sich nur bis in die Anfänge des Kapillarsystems (arterielle K.) fortsetzt um hier ganz zu verschwinden.

Die Feststellung dieses Satzes war ein weiteres Hauptergebniss meiner histologischen Forschung. Nachdem ich einmal gesehen, wie überaus reich an Kapillarbahnen und sonstigen Blutwegen der rothe Knochenmark ist, musste es von vornherein überraschen, dass jede noch so schonend, noch so vollständig ausgeführte Zerzupfung desselben niemals grössere Bruchstücke des Kapillarnetzes, niemals eine Venenwand, sondern immer nur einige, vereinzelte Arterienstücke ergab.

Man kann auch durch Ausspinseln eines ganzen Markcylinders, welchen man etwa mit der Nadel aus dem Markraum einer Rippe oder eines Röhrenknochens vom Meerschweinchen herausgehoben hat, ohne Mühe die ganze arterielle Gefässeinrichtung isoliren. Man überzeugt sich dann, dass selbst die stärkste Arteria nutritiva nur eine einschichtige Muscularis und statt der Intima ein einfaches Endothelrohr besitzt. Eine dünne, bindegewebige Adventitia besitzt die Arterie nur innerhalb des Eintrittsloches und eine ganz kurze Strecke über dieses hinaus. Sehr auffallend ist der gradlinige der Knochenaxe parallele Verlauf, die spärliche, spitzwinklige Theilung und das verhältnissmässig sehr enge Caliber der Knochenmarkarterien. Die Arterienenden sind auf lange, unverästelte Strecken hin sogenannte „Uebergangsgefässe“, d. h. sie entbehren einer vollständigen Muskularis; die vorhandenen Muskelfasern sind vereinzelt und nicht immer quer, sondern vielfach schräg zur Axe des Gefässes gestellt. Nur das Endothelrohr ist vollständig und geht in die Membran der arteriellen Kapillaren über.

Das Kapillargebiet theilt sich mit scharfem Absatz in eine arterielle und eine venöse Seite. Die arteriellen Kapillaren entwickeln sich unter mehrfacher spitzwinkliger Theilung aus den Arterienenden. Sie sind nicht zahlreich aber gleichmässig im Mark vertheilt. Es wollte mir scheinen als ob sie gegen die Epiphyse hin etwas zahlreicher und dichter gestellt wären. Die arteriellen Kapillaren sind auffallend enge, in die Länge gestreckte Röhrechen, welche auch eine deutliche mit ebenfalls langen stäbchenförmigen Kernen besetzte Membran besitzen. Gegen die Stelle hin, wo sie unter einem spitzen Winkel in eine venöse Kapillarschlinge übergehen, sehe ich die Kerne in immer längere riff- oder faserartige

Bildungen übergehen, wodurch die Gefässwand längsstreifig, auch längsgegittert wird, da diese Riffe hier und da unter einander in Querverbindung treten. — Ob zwischen diesen Riffen und Gittern noch ein häutiger Bestandtheil der Gefässwand existirt oder ob hiermit bereits die Auflösung des geschlossenen Gefässrohrs gegeben ist, habe ich leider nicht positiv zu entscheiden vermocht. Die betreffende Stelle ist nämlich stets so dicht mit fester haftenden Parenchymzellen bedeckt, dass eine völlige Isolirung nur um den Preis einer bedenklichen mechanischen Läsion dieser zarten Theile erreicht werden kann. Ich habe hier meine ganze Kunst aufgeboten, um zu einer klaren Einsicht zu gelangen, unter anderem die wohl hundertmal wiederholte Erschütterung des Kapillarendes mit einer kleinen Luftblase, welche ich unter dem Deckgläschen gefangen hatte, aber die deckenden Zellen wollten nicht weichen und endlich riss das Gefäss dicht oberhalb ab und war die Einheit des Präparates aufgehoben. Vielleicht gelingt das Kunststück einer geschickteren Hand, als der meinigen.

An zerzupften Injektionspräparaten unterscheidet man die arteriellen Kapillaren leicht von den venösen, einmal an ihrem sehr viel kleinern Kaliber, dann an ihrem gestreckten Verlauf, vornehmlich aber durch die Constaturirung einer kernhaltigen Membran an der Oberfläche des blauen Leimcylinders, welcher das Lumen füllt.

Die venösen Kapillaren lassen sich an nicht injicirten Präparaten ebensowenig studiren als die Venen selbst und zwar aus dem einfachen Grunde weil sie keine eigene Wand besitzen, sondern unmittelbar von dem Markparenchym begrenzt werden. Was ich daher im Folgenden über das Lumen derselben, über ihre Gestalt und ihren Verlauf mitzuthemen habe, ist ausschliesslich an sehr vollkommenen Injektionspräparaten gewonnen worden, ist zunächst nur eine Beschreibung des Leimausgusses derselben. Die venösen Kapillaren sind drei bis viermal so weit als die arteriellen. Bei einer schwächeren Vergrösserung und am unzerzupften, transparenten Präparate (Fig. 1) erscheint ihre Oberfläche zwar glatt und scharf begrenzt. Sobald man aber bei sorgfältig gelockerten und dann ganz allmählig und vorsichtig zerzupften Präparaten eine starke Vergrösserung anwendet, sieht man, dass die Oberfläche eigentlich nirgends ganz glatt, sondern mit zahlreichen Fortsätzen versehen ist, welche meist mit breiter Basis sich ein wenig von der Gefässoberfläche abheben um dann nach verschiedenen Rich-

tungen in feine grade Zinken überzugehen, welche der Axe des Gefässes parallel gerichtet sind (Fig. 2). Es gibt auch hier und da etwas schmalere und höhere Fortsätze dieser Art, alle aber sind mit den erwähnten kurzen und spitzen Zäckchen abgeschlossen. Fasst man nun das negative Bild ins Auge, betrachtet man die Form und Grösse der Lücken, welche von diesen eigenthümlichen Grenzconturen des Leimeylinders ausgeschart bleiben, so sieht man bald, dass es runde oder rundliche Zellenleiber sind, welche gegen das Gefässlumen vortretend, in dasselbe mehr oder weniger weit hineinragen und dasselbe begrenzend Veranlassung zu der wunderlichen Configuration des Leimeylinders gegeben haben. Oft sieht man noch die kernhaltige Zelle eine entsprechend grosse Lücke des Leimeylinderrandes erfüllen, oft ist der Leimeylinder mit solchen halb eingeschlossenen Zellen wie gepflastert. Kurz, es kann gar kein Zweifel über die wahre Begrenzung oder vielmehr Nichtbegrenzung des venösen Kapillargefässes bestehen. Dasselbe ist ein Lumen ohne eigene Wand, ein rundes Kanalrohr im Mark und von dem Markparenchym allein begrenzt.

Die Gestalt und Grösse der venösen Kapillaren ist insofern sehr abweichend von derjenigen der arteriellen, als wir es hier durchweg mit stark gekrümmten und verhältnissmässig weiten Röhren zu thun haben, welche das Mark in allen Richtungen sehr gleichmässig durchdringen, überall gleich breite Strecken von Parenchym zwischen sich lassend. Nur nach den Venen hin drängen sich diese Kapillaren etwas näher zusammen und bilden hart um jedes venöse Hauptgefäss einen Korb, von welchem aus zahlreiche sehr weite und kurze Stämmchen den Uebergang in das Venenlumen vermitteln.

Dass auch die Venen innerhalb des jungen, rothen Knochenmarkes keine eigene Wandung besitzen sollten, schien mir anfangs ganz unglaublich. Doch musste ich mich davon vollständig und durch dieselben Mittel überzeugen, welche mir schon die Ueberzeugung von der Wandungslosigkeit der venösen Kapillaren aufgedrungen hatte. Einmal zwar glaubte ich bei einer sehr subtilen Isolationsmethode ein Venenrohr aus zierlichen drehrunden Fäden geflochten dargestellt zu haben, musste mich aber alsbald überzeugen, dass auch dieses Ding nur ein Abguss und zwar ein Fibrinabguss des Gefässes darstellte. Es hat etwas sehr befremdliches, so einen dicken runden Cylinder von blauem Leim sich überall scharf gegen das Markparenchym absetzen und

bei den weitergehenden mechanischen Beunruhigungen des Objectes den Markmantel ohne Rückstand von der Oberfläche des Leimeylinders abbröckeln zu sehen, darauf den Leimeylinder selbst in Stücke brechen ohne dass auch nur die kleinste häutige Brücke von einem Bruchstück zum anderen reichte oder frei an seiner Bruchfläche hervorstünde. Die Venen des jungen rothen Knochenmarkes haben kein Endothel, auch kein abgrenzendes Gitterwerk wie etwa die Milzvenen. Sie sind verhältnissmässig weitklaffende Sinus inmitten des Blutkörperchen zeugenden Parenchyms und selbstverständlich durch diesen Umstand vorzüglich geeignet alle körperlichen Zuflüsse aus dem Parenchym aufzunehmen und fortzuführen.

Erklärung auf Tafel I. Fig. 1. 2.

Fig. 1. Das mit blauem Leim gefüllte Markgefässnetz vom vorderen Ende einer Meerschweinchenrippe. aa Endaste der art. nutritia. v Vene. Das weissgelassene Parenchym zwischen den Kapillaren ist von rothgelber Farbe zu denken. $\frac{1}{30}$.

Fig. 2. a Leimaussguss des Lumens einer wandungslosen Markvene $\frac{1}{300}$.
b Bruchstück einer Markcapillare bei stärkerer Vergrösserung $\frac{1}{500}$.

Literar. Notizen.

Bizzozero hat sich schon 1865 mit dem Knochenmark eingehender beschäftigt und unter Anderem die Contractilität der farblosen Markzellen erwiesen. Im Herbst 1868 beschrieb Neumann zuerst, einen Monat später auch Bizzozero die Haematoblasten des Knochenmarks. Hoyer bestritt die Existenz einer Venenwand und wurde von Rüdinger darin unterstützt. (Centralblatt f. d. med. Wissenschaft aus den Jahren 1868 und 1869.) Bizzozero's Hauptarbeit: Sul Midollo della Ossa. Napoli 1869. Kürzlich hat er nach grossen Blutentziehungen bei Meerschweinchen Milzhypertrophie erzeugt und die haemeto-poëtische Function dieses Organs über jeden Zweifel gestellt.

(Aus dem physiologischen Institut zu Breslau.)

Ueber die morphologischen Veränderungen der Thränendrüse bei ihrer Thätigkeit.

Von

Paul Reichel, Stud. med.

(Hierzu Taf. I. Fig. A. B.)

Bekanntlich erleiden die Speicheldrüsen, Magendrösen, das Pankreas und andere bei ihrer Thätigkeit morphologische Aenderungen. Es liess sich daher erwarten, dass auch andere noch nicht in dieser Hinsicht untersuchte Drüsen analoge Erscheinungen zeigen würden. Ermuntert durch Professor Dr. Heidenhain wählte ich mir als Objekt einer Untersuchung nach dieser Richtung die Thränendrüse.

Zur Reizung der Drüse diente mehrere Stunden lang fortgesetzte Injektion von Pilocarpin, welche früher schon Professor Heidenhain bei seinen Untersuchungen mit bestem Erfolge angewandt hatte. Ich versuchte zwar zwei Mal durch elektrische Reizung des n. lacrymalis die Drüse zur Sekretion zu bringen; doch stand ich bald von diesem Bemühen ab. Denn es ist dieser, beim Hunde, an dem ich die Untersuchungen vornahm, sehr feine Nerv am lebenden Thiere so schwer zugänglich, dass die Drüse bei der Operation, bei der die starke membrana orbitalis fortgenommen und ein Theil der Orbitalwand abgetragen werden muss, zu sehr mechanischen Insultationen ausgesetzt ist, die an sich schon verändernd auf ihre Elemente einwirken können.

Vor der Pilocarpininjektion wurde die Drüse der einen Seite exstirpirt, um zum Studium der unthätigen Drüse und zum Vergleich mit der thätigen zu dienen.

Ueber den Bau der Thränendrüse hat schon Boll¹⁾ im Jahre 1868 berichtet, und kann ich mich seinen Angaben völlig anschliessen. Zur Untersuchung dienten mir Schnitt-, Zerpufungs-

1) Fr. Boll, Ueber den Bau der Thränendrüse, Archiv f. mikrosk. Anatomie herausgeg. von Schultze, IV, p. 146.

und Macerationspräparate. Als Macerationsflüssigkeit benutzte ich 33 pCt. Kalilauge.

Es gehört die Thränenendrüse dem Typus der acinösen Drüsen an. Die einzelnen Acini sind durch ziemlich stark entwickeltes Bindegewebe von einander getrennt und mit unregelmässig geformten, meist mit einem Fortsatz versehenen Epithelien erfüllt. Alle Zellen enthalten einen deutlichen Kern.

Um nun die durch die Sekretion der Drüse eingetretenen Veränderungen kennen zu lernen, wurden die unthätige, wie die thätige Drüse mit dem Mikrotom in feine Schnitte zerlegt, die Schnitte in Pikrokarmine gefärbt, mit Glycerin aufgehellert und unter einander verglichen.

An der unthätigen Drüse sieht man dann alle Zellen deutlich gegen einander abgegrenzt; sie sind theils kegelförmig, theils cylindrisch, sind hell und nur wenig körnig. Ihr Kern ist mehr der Zellbasis als der Spitze genähert, scharf durch das Karmin gefärbt und hat eine unregelmässige Form; er ist glatt, leicht gezackt oder eckig (Fig. A).

Die thätige Drüse bietet ein wesentlich anderes Bild dar: Als charakteristisches Merkmal im Gegensatz zur unthätigen Drüse fällt zunächst das dunkle Aussehen des Präparates auf. Alle Zellen sind stark durch Albuminate getrübt und körnig. In Folge dessen erscheinen die Zellgrenzen verwischt und sind nur mit Mühe als feine Linien erkennbar. Gleichzeitig sind die Zellen ein wenig verkleinert, so dass es in Folge der dadurch näher zusammengedrängten Kerne oft den Anschein gewinnt, als habe eine Vermehrung der letzteren stattgefunden. Die Kerne selbst sind jetzt vollkommen rund.

Wir sehen also, dass die durch Reizung eingetretenen Veränderungen der Thränenendrüse denen, die an der gereizten Parotis erfolgen, ganz analog sind.

(Aus der Anstalt des Herrn Professor Mihalkovics.)

Zur Histologie des Nierenbeckens und des Harnleiters.

Von

Ad. Hamburger, stud. med.
in Budapest.

(Hierzu Taf. II.)

Die Kenntniss der histologischen Structur des Nierenbeckens und des Harnleiters lässt, bei den gegenwärtig zur Verfügung stehenden literarischen Angaben, noch Manches zu wünschen übrig. Um diesem Mangel theilweise abzuhelfen untersuchte ich jene Organe vom Menschen, Pferde und Rinde, und gebe kurz gefasst die Ergebnisse wie folgt, mit der Bemerkung, dass ich meine Aufmerksamkeit namentlich auf das Epithel und die Drüsen gerichtet habe. Der untersuchte menschliche Harnleiter stammte von einem hingehaltenen gesunden Individuum, ist ganz frisch in starkem Alkohol aufbewahrt worden, folglich kann kein Zweifel über dessen normale Structur obwalten.

Das Epithel im Harnleiter des Menschen ist in 5—8 Schichten 60—70 μ hoch. Die Zellen der tieferen Schichten sind cylinder- und spindelförmig, in der obersten Schichte von cubischer Gestalt, welche — was ich in der Literatur noch nicht verzeichnet finde — einen homogenen Cuticularsaum besitzen; in den mittleren Schichten bilden die Zellen eine Uebergangsform zwischen cylindrischer und cubischer Gestalt. Die Längsaxe der ovalen Zellkerne ist in der obersten cubischen Zellenschichte parallel der Längsaxe des Harnleiters gestellt, in den mittleren Schichten liegt sie senkrecht auf die Längsaxe, in den tiefsten Zellen ist die Richtung des Zellkerns eine schiefe.

Zur Isolirung der Zellen habe ich Ranvier's diluirten Alko-

hol verwendet. Das in dieser Flüssigkeit einen Tag hindurch macerirte Epithel des Harnleiters konnte leicht entfernt werden, und zeigte unter dem Mikroskope die verschiedenen Formen des geschichteten Plattenepithels. Die einzelnen, 20—35 μ grossen Zellen sind mit einem 10—40 μ langen, fadenförmig dünnen Fortsatz versehen. Ein Theil der Fortsätze hat am Ende einen dreieckig verbreiterten Fuss, der grössere Theil entbehrt aber dieses Anhangs. Um den ovalen 10—12 μ grossen Zellkern, und theilweise in ihm selbst sind 1—3 μ grosse stark lichtbrechende gelblich gefärbte Körnchen angehäuft.

Um die erwähnten Zellfortsätze eingehender zu studiren, wurde der Harnleiter mit Müller'scher Flüssigkeit, Jodserum und 2% Lösung von Ammon. bichromic. behandelt. An den Zupfpräparaten von mit Müller'scher Flüssigkeit und Jodserum behandelten Organen war zu erkennen, dass der Zellfortsatz in das unterliegende Bindegewebe hineingeht (Fig. 1), das Fernere konnte jedoch nicht mit wünschenswerther Klarheit ermittelt werden. Mit Bestimmtheit kann nur so viel angegeben werden, dass diese Zellfortsätze sich mit Nervenfasern nicht verbinden, weil die für feine Nerven charakteristischen Varicositäten an ihnen nicht vorhanden waren, und nach Zusatz von Essigsäure der Fortsatz ähnlich dem Bindegewebe anquoll und erblasste. Zweimal hatte ich Gelegenheit an Zupfpräparaten aus Ammon. bichrom. Bilder zu sehen, wie wenn der Zellfortsatz mit einer Bindegewebsfaser zusammenhing, wie das auch Obersteiner ¹⁾ erwähnt. An Schnitten der in starkem Alkohol erhärteten Harnleiter kann man sehen, dass die im subepithelialen Bindegewebe liegenden länglichen Bindegewebszellen gegen das Epithel zu grösser werden und ganz oben in schiefer Richtung in das Epithel hinein sich fortsetzen. Nach den erhaltenen Bildern halte ich es für sehr wahrscheinlich, dass diese Zellen hier zu Epithelzellen werden, woraus folgen würde, dass im Harnleiter die Regeneration des Epithels von den Bindegewebszellen ausgeht, was auch schon deshalb möglich ist, weil ich zwischen Epithel und Bindegewebe nirgends eine Basalmembran — wie es auch Henle ²⁾ erwähnt — sah.

1) J. Stricker, Handbuch der Lehre von den Geweben, S. 521.

2) Henle, Anatomie Bd. II. 1864. S.

Diese Angabe stimmt freilich durchaus nicht mit der bisher herrschenden Ansicht über die Herkunft und Regeneration des Epithels nur aus Epithel, doch ist zu bedenken, dass letztere Angabe bereits stark erschüttert ist. Neuere embryologische Untersuchungen haben ergeben, dass aus den Epithelblättern (Ecto-Entoderma) hervorgegangene Organe ganz bindegewebsartige Beschaffenheit annehmen können, wie es z. B. beim Sehnervenstiel und nach Kölliker's ¹⁾ neueren Untersuchungen bei der Thymusdrüse der Fall ist. Selbst wenn man annimmt, dass eine solche Umwandlung nur bei der ersten Entwicklung — bei der Regeneration aber nicht — stattfindet, kann man beim Harnleiter die Regeneration des Epithels aus Bindegewebszellen anders interpretiren. Der Harnleiter entwickelt sich bekanntermassen aus dem Kupffer'schen Nierenkanal, dieser aber aus dem Wolff'schen Gang, und dieser seinerseits vom Keimepithel, welches letzteres aber unzweifelhaft aus dem Mesoderm sich entwickelt, und nach Kölliker's, Egli's u. A. Untersuchungen (gegen Waldeyer) kein selbstständiges Epithel, sondern nur ein Theil des Bauchfellendothels ist. Nachdem so das Epithel des Harnleiters in ultimo vom Mesoderm herstammt, kann man daran nichts Anstossendes finden, dass es sich aus Bindegewebszellen regenerirt, was jedoch in Bezug der aus den echten epithelialen Keimblättern herstammenden anderen Epithelgewebe nicht verallgemeinert werden soll.

Das Epithel im Pferdeharnleiter ist in 5—7 Schichten 100 bis 125 μ hoch, die Zellen selbst 12—20 μ , darunter sind einzelne grössere (12—28 μ), helle runde Zellen, und mit durchsichtigem Inhalt gefüllte Räume von 50—180 μ Durchmesser. Die Kerne der hellen Zellen sind an die Zellwand gepresst. Der Cuticularsaum ist hier weniger entwickelt als beim Menschen.

Das Epithel im Ureter des Rindes ist niedriger, in 5—6 Schichten 60—80 μ hoch. Die oberste Zellschicht ist hier beinahe ganz verhornt. Wird der frische Harnleiter mit starkem Alkohol injicirt und so in Alkohol erhärtet, so ist die Höhe des Epithels beinahe auf ein Drittel der gewöhnlichen Höhe reducirt, das Protoplasma der Epithelzellen muss also während des Lebens sehr weich sein. Im Uebrigen ist das Epithel der beiden letztgenannten Harnleiter von jenem des Menschen nicht verschieden.

1) Kölliker, Entwicklungsgeschichte. II. Auflage S. 875.

In das längsgerichtete und von elastischen Fasern durchzogene subepitheliale Bindegewebe sind adenoides Gewebe, Drüsen, Blut und Lymphgefäße eingebettet.

Das adenoides Gewebe, — das bisher der Aufmerksamkeit der Autoren entging, — ist namentlich beim Pferde stark entwickelt (45—90 μ hoch). Im Nierenbecken und oberen Theil des Harnleiters bildet es eine breitere, im untern Theil des Ureters aber eine allmähig bis zum Verschwinden dünne Lage. Im subepithelialen Bindegewebe des menschlichen Nierenbeckens sind stellenweise einzelne 420 μ lange und 116 μ hohe Lymphfollikel zu sehen.

Die Anwesenheit von acinösen Drüsen im Nierenbecken haben Unruh¹⁾ und Egli²⁾ beschrieben. Letzterer sah in einem Falle auch im oberen Theile des Ureters derartige Gebilde, die in letzter Zeit erschienenen histologischen Werke verschweigen oder leugnen — W. Krause³⁾ im Harnleiter, nimmt sie aber im Nierenbecken an — die Anwesenheit solcher Drüsen. Meinen Erfahrungen zufolge kann ich mit Bestimmtheit behaupten, dass Drüsen im Harnleiter des Menschen vorkommen und zwar in grösserer Zahl in dessen oberem, als im untern Theile.

Die beiläufig 65—98 μ grossen Drüsen besitzen einen 90—100 μ langen, mit 3—4 μ messendem Hohlraum versehenen Ausführungsgang (Fig. 2). Zum Studium ihrer Lagerung habe ich den frischen Ureter, nachdem die Adventitia und Muscularis entfernt wurde, mit 3 pCt. Essigsäure behandelt, um das Epithel zu entfernen. An dem so präparirten und mit Glycerin aufgehellten Harnleiter konnte ermittelt werden, dass während auf einzelnen Quadratcentimeter grossen Flächen keine einzige Drüse zu liegen kam, auf anderen Stellen ganze Drüsengruppen (5—8) auf einem kleinen Ort zusammengelagert waren, so z. B. auf einer 0,2 qmm grossen Fläche 4—5. Die Anordnung ist also eine regellose. An feinen Schnitten ist zu erkennen, dass die Drüse von einer feinen Glashaut mit Kernen umgeben ist, auf diese folgen im Kreise angeordnete cylinderförmige Zellen von 10—15 μ Höhe, von diesen nach innen liegen polygonale, mit grossen (4—5 μ) Kernen und

1) Unruh, Ueber Blutungen im Nierenbecken und Ureter bei Pocken. Archiv f. Heilkunde 1872. V. Heft. S. 289.

2) M. Schultze's Archiv 9. Bd. 3. Heft.

3) W. Krause, Handbuch der Allgem. Anatomie 1876.

körnigem Protoplasma versehene Drüsenzellen von 12—18 μ Grösse. Die Drüsen haben, wie Egli richtig bemerkt, die Form einer einfachen unverzweigten Talgdrüse.

Herr Professor G. Scheuthauer hatte die Güte mir einen interessanten, auf die pathologische Entartung dieser Drüsen bezüglichen Fall mitzuthemen. Der Fall bezieht sich auf eine im Jahre 1868 oder 1869 im Wiener K. K. Allgem. Krankenhause gemachte Section, wo im Nierenbecken, im ganzen Verlaufe des Harnleiters und theilweise auch in der Blase um die Einmündungsstelle des Harnleiters zahlreiche, bis Linsengrosse, mit einem klebrigen colloiden Inhalte erfüllte Cysten vorhanden waren. Der Fall wurde wegen der damaligen mangelhaften Kenntniss der Histologie des Harnleiters nicht publicirt, aber im Sectionsprotokolle vorgemerkt, und das Präparat im Museum aufbewahrt. Jetzt kann man schliessen, dass solche Drüsen (in wiefern Colloidcysten nur aus degenerirten Drüsen entstehen können) im ganzen Verlaufe des Ureters vorkommen können, vielleicht regelrecht (wie das auch in den von mir untersuchten Uretern der Fall war) nur im oberen Theile des Harnleiters, in einzelnen Fällen ausnahmsweise auch im unteren.

Bezüglich der im Nierenbecken des Pferdes vorkommenden Drüsen stimmen die Ergebnisse meiner Untersuchungen mit denen Egli's¹⁾ überein. Die Schleimhaut bildet hier breite Wülste von verschiedener Höhe, und ist mit vielen, theilweise ovalen und auch von schlauchförmig länglichen Drüsenräumen ausgestattet, die mit einander auch communiciren, und von zellenreichem Bindegewebe umgeben sind; ihr Hohlraum ist mit 30—31 μ hohen Cylinderzellen ausgekleidet. Die freie Oberfläche der Schleimhaut ist nur von einem einschichtigen Cylinderepithel bedeckt, das sich auch in die Ausführungsgänge der tubulösen Drüsen hineinsenkt. Auf der Oberfläche des Epithels liegt etwas Schleim. Auch im oberen Theile des Pferdeharnleiters sind noch solche tubulöse Drüsen zu sehen, hier bildet jedoch die Schleimhaut beinahe gar keine Wülste. Im übrigen drüsenlosen Theile des Harnleiters wird der Schleim auf eine eigenthümliche Art bereitet: Es sind nämlich im Epithel einzelne sehr helle runde Zellen eingebettet, in welchen der Zellkern mit dem verringerten Protoplasma halbmondförmig an die Zellwand gedrückt ist (Fig. 3). Solche Zellen sind stellenweise

1) Egli ebendort.

4—6 oder noch mehr in einer Gruppe vorhanden. Fernerhin, mehr gegen die Oberfläche, sieht man 50—180 μ grosse, mit abgeplatteten Zellen ausgekleidete und theilweise mit geronnenem Schleim gefüllte Räume. Hie und da sind auf der Oberfläche des Epithels die Reste solcher eröffneter Räume sichtbar.

Die Function dieser Zellen und Räume kann folgender Art erklärt werden. Ein Theil der Epithelzellen wird zur Bereitung eines schleimigen Secretes verwendet, das Protoplasma nimmt allmählig ab, bis es mit dem Zellkerne in Form eines halbmondförmigen Streifens an die Zellwand gedrückt wird. In Folge der Secretzunahme nimmt die Zelle eine runde Gestalt an. Durch Zusammenfliessen mehrerer solcher Zellen entstehen die Räume. Das sich regenerirende Epithel schiebt diese Räume gegen die Oberfläche des Epithels vor, wo in Folge der sich abstossenden Zellen die obere Wand des Raumes immer dünner wird, am Ende sich eröffnet und der Inhalt auf diese Art sich in den Ureter entleert. Für die Richtigkeit dieser Erklärung spricht der Umstand, dass die der Oberfläche näher gelegenen Räume geronnenen Schleim enthalten.

Beim Rinde konnte ich weder Drüsen noch ein anderes, die Drüsen substituirendes Gebilde finden. Dasselbe gilt von dem Harnleiter des Hundes und der Fledermaus.

Es ist noch zu erwähnen, dass in der Mucosa ein feinfaseriges elastisches Netz vorhanden ist, das stellenweise unmittelbar unter dem Epithel stark entwickelt ist.

E r g e b n i s s e.

1) Die oberste Schichte des Harnleiterepithels besitzt einen homogenen Cuticularsaum.

2) Die Regeneration des Harnleiterepithels geschieht wahrscheinlich von Seite der Bindegewebszellen; die Fortsätze des Epithels dringen in das Bindegewebe hinein.

3) Unter dem Epithel liegt ein mehr minder entwickeltes adenoides Gewebe; beim Menschen kommen auch zerstreut Lymphfollikel vor.

4) Die im Nierenbecken und Harnleiter vorhandenen Drüsen

sind weder ihrer Form noch ihrer Anordnung nach constante Gebilde — manche Säugethiere entbehren ihrer ganz (Rind, Hund, Fledermaus), wo sie vorkommen, sind sie von verschiedener Gestalt. Beim Menschen gleichen sie z. B. kleinen Talgdrüsen, deren Räume mit Zellen ganz erfüllt sind; beim Pferde haben sie die Gestalt von verzweigten schlauchförmigen Drüsen, mit engen oder mit weiten Lumina versehenen Endkammern. Beim Pferde kommen die Drüsen nur im Nierenbecken, beim Menschen auch im Ureter vor. Dieses inconstante Vorkommen spricht dafür, dass diesen Drüsen eine wichtige physiologische Function nicht zukommen kann. Die beim Pferde erkennbaren Erscheinungen deuten darauf, dass sie bei der Schleimsecretion theilhaftig sind. Bei Abwesenheit solcher Drüsen kann die Schleimsecretion durch den übrigen Theil der Schleimhaut ersetzt werden.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel II.

- Fig. 1. Theilweise defecter feiner Schnitt vom Harnleiter des Menschen, wo die oberflächlichen Epithellagen entfernt sind, und die Fortsätze der tiefsten schiefen Zellenlage in das Bindegewebe hineinziehen. Alkoholpräparat. Haematoxylinfärbung. Hartnack Objekt 9. Camera lucida.
- Fig. 2. Drüse vom Harnleiter des Menschen. Alkoholpräparat. Pikrocarminfärbung. Obj. 9. Cam. luc.
- Fig. 3. Epithel und angrenzendes adenoides Gewebe vom Ureter des Pferdes zeigt die eigenthümliche Umwandlung der Epithelzellen zu runden Schleimzellen. Alkoholpräparat. Haematoxylinfärbung. Obj. 7 Camera lucida.
-

Ueber Knochenmark und Blutbildung.

Von

Dr. G. E. Rindfleisch,

Professor in Würzburg.

Hierzu Tafel III.

(Erklärung der Abbildungen im Text.)

II.

Es dürfte vielleicht nicht unangemessen erscheinen, wenn ich von der Beschreibung des Gefässapparates und den so eigenthümlichen Circulationsverhältnissen des Knochenmarkes zu den besonderen Ernährungs- und Wachstumsverhältnissen übergehen würde, welche dadurch für das rothe Mark gegeben sind. Diese Betrachtungen aber werden uns erst dann recht erspriesslich sein, wenn wir vorher die Beschaffenheit des Parenchyms studirt haben.

Fragen wir uns also fürs Erste: Welches ist die nähere Textur des jungen Knochenmarkes, jenes rothgelben Parenchyms, das die Zwischenräume zwischen den in Fig. I (Taf. 1) dargestellten Gefässnetzen ausfüllt? Aus welchen Theilen besteht es? Wie sind diese Theile unter einander und mit dem Gefässapparat verbunden?

Aus welchen Theilen besteht es? Auf diese Frage scheint die Antwort deshalb leicht, weil man das Knochenmark ohne Schwierigkeit in einem passenden Menstruum ($\frac{3}{4}$ % Kochsalzlösung) vertheilen und so die Elemente desselben isolirt betrachten kann. Doch sind auch hier einige Vorsichtsmassregeln nöthig. Um nicht eine unrichtige Vorstellung von der Menge und Gestalt der rothen Blutkörperchen zu bekommen, welche im rothen Knochenmark enthalten sind, thut man gut bei einem Meerschweinchen vorher die Gefässe in der oben angegebenen Weise mit $\frac{3}{4}$ % Kochsalzlösung auszuspritzen. Macht man hierauf Zerzupfungspräparate, so ist man sicherer, dass Alles, was man vor sich hat, zum Markparenchym gehört hat.

Ich habe hier natürlich keine anderen Ergebnisse aufzuweisen, als die mehr oder minder bekannten Data früherer Autoren. Doch sei mir auch hier eine eigene Beschreibung verstattet, weil ich, nachdem ich die Entstehungsgeschichte der rothen kernlosen Blutkörperchen wirklich ergründet zu haben glaube, auf einige diesbezügliche Punkte aufmerksam machen will, welche bisher wenig oder gar nicht beachtet worden sind.

Unser Hauptinteresse wendet sich von selbst den **rothgelben kernhaltigen Zellen** zu, welche in verschiedener Form und Grösse, aber in mässiger Menge in jedem Präparate zu sehen sind. Diese Zellen sind auch nicht um ein Haar anders als die kernhaltigen Blutkörperchen der frühesten embryonalen Entwicklungsstadien. Ich habe diese frühesten Entwicklungsstadien selbstverständlich möglichst oft und bei verschiedenen Thieren aufgesucht, bin aber beim Meerschweinchen besonders glücklich gewesen. Bei diesen Thieren findet man merkwürdigerweise sehr verschieden alte Foetus in einem Uterus beisammen. Beispielsweise fand sich in einem Uterus ein Foetus von 5 mm, einer von 11, einer von 18 mm und einer von 23 mm. Der von 5 mm zeigte die kernhaltigen rothen Blutkörper noch in voller Oberherrschaft über eine geringe Zahl von kernlosen und gestattete die Vergleichung in jeder Richtung. Danach muss ich sagen, es ist absolut auch nicht der kleinste qualitative Unterschied zwischen den embryonalen und denjenigen Formen, welche bei ältesten, längst ausgewachsenen Thieren im rothen Mark der Rippen oder der Wirbelkörper gefunden werden können. — Der kreisrunde grosse Kern, welcher aus stark lichtbrechenden gewundenen Körpern und Körnern zu bestehen scheint, und das rothgelbe homogene ebenfalls stark leuchtende Protoplasma sind die charakteristischen Merkmale dieser Elemente (Fig. 1a).

Bleiben wir zunächst beim Kerne stehen. Ich habe keine wohlabgegrenzten Kernkörperchen in ihm bemerkt. Ich bin aber geneigt, diese Erscheinung, welche sich bekanntlich an allen jungen proliferirenden Zellen, vor allen den farblosen Blutkörperchen und embryonalen Bildungszellen findet, nicht als einen Mangel, sondern als einen Ueberschuss an Kernkörperchensubstanz, aufzufassen. Bekanntlich nämlich färben sich die stark lichtbrechenden Kernkörperchen älterer, z. B. epithelialer Zellen in wässriger Haematoxylinlösung sehr intensiv veilchenblau. Dieses ist aber eine Eigenschaft, welche dem ganzen Kern der jugendlichen Zellen

und speciell der haematoblastischen Zellen zukommt. Ich halte die gesammten oben erwähnten gewundenen Körper und Körner, welche man bei starker Vergrößerung im Kerne wahrnimmt, für Kernkörperchensubstanz. Vielleicht ist es in der Hauptsache das von den Chemikern aus allen jungen üppig wuchernden Geweben dargestellte Nuclein?!

Der Kern liegt niemals in der Mitte der Zelle. Auch wenn die Zellen kugelrund und mit centralem Kern erscheinen, wird man sich bei einigem Hin- und Wiederrollen von der excentrischen Lage des Kerns überzeugen müssen. Ich hebe diess hervor, weil sich hierin ein sehr wichtiger Unterschied von den rothen Blutkörperchen derjenigen Thiere ausspricht, welche einen bleibenden Kern besitzen. Man untersuche die Pulpa der Vogelmilz. Man wird sehr bald die Aequivalente unserer Haematoblasten gefunden haben. Dieselben Zellen, was den Kern und das Protoplasma an sich betrifft, aber durchaus centrale Lage des Kernes. Ich komme später auf diesen Punkt zurück, er enthält einen Hinweis auf die spätere Auswanderung desselben an derjenigen Stelle der Zelle, wo er der Oberfläche am nächsten liegt.

Unser besonderes Augenmerk haben wir auf die Grenze des Kerns gegen das Protoplasma zu richten. Diese Grenze ist scharf, insofern man überall deutlich unterscheiden kann, was zu dem farblosen Kerngebilde und was zum gefärbten Protoplasma gehört. Insbesondere erscheint das letztere durch einen scharfen, einfachen Contour abgeschlossen und nicht wie eine, wenn auch noch so zähe Flüssigkeit, in welcher der Kern schwimmt. Der Kern hat aber jenseits der eigentlichen und Hauptecontour noch einen schwachen Halo, welcher von einer homogenen oder höchstens ganz feinkörnigen Substanz gebildet wird.

Gleichmässig um die ganze Peripherie des Kerns ausgebreitet ist diese Substanz kaum als eine dünne, schwächer lichtbrechende Schicht neben dem dunkeln Kernecontour bemerklich. So gleichmässig aber ist die Substanz nicht immer angeordnet. Hin und wieder sieht man sie zu kleinen Zacken und stumpfen Fortsätzen erhoben, welche namentlich gegen die Hauptmasse des rothgelben Protoplasmakörpers hinweisen. Je ausgesprochener dieses Verhalten ist, um so mehr hat man vom Kern den Eindruck eines selbstständigen Elementarorganismus, einer amöboiden, farblosen Zelle, welche in einer Hülle rothgelben Protoplasmas steckt. Ich will auch gleich

hier bemerken, dass Zellen dieser Art, also Zellen mit deutlich ausgeprägtem zackigen Halo um den Kern, dicht vor jener Scheidung von Kern und Protoplasma stehen, welche ich als den wesentlichen Entstehungsakt des kernlosen rothen Blutkörperchens kennen lehren werde.

Die Haematoblasten haben namentlich bei jungen, schnellwachsenden Geschöpfen sehr häufig doppelte Kerne und man kann an ihnen alle wünschenswerthen Stadien der Kerndoppelung in geradezu paradigmatischer Vollkommenheit nachweisen (Fig. 1b). Ist die Kerndoppelung vollzogen, so rücken die Kerne mehr oder weniger weit auseinander und die Zellentheilung schliesst sich der Kerntheilung an. Wem es darum zu thun ist, neben dem Knorpel noch ein zweites Objekt zu besitzen, an welchem der wichtige Akt der Zellentheilung von Anfang bis zu Ende gut verfolgt werden kann, dem ist das Knochenmark eines mittelgrossen Meerschweinchens nicht genug zu empfehlen. In $\frac{3}{4}$ pCt. Kochsalzlösung zerzupft, liefert es willig die schönsten Präparate. Bei dieser Theilung der Haematoblasten tritt regelmässig eine gewisse Kleinheit der Tochterzellen hervor. Diese Kleinheit mag vorübergehend sein und es mögen die Tochterzellen durch eigenes Wachsthum nach grade alle die typische Grösse erreichen können, aber sie fehlt niemals und ebendaher rührt die auffallend ungleiche Grösse der Haematoblasten, auf welche schon Neumann aufmerksam gemacht hat und welche in einer neueren Statistik über die rothen Markzellen von Orth u. Litten (Berl. K. W. 1877. 51.) ihre Verwerthung gefunden hat. Selbstverständlich wird die Grösse der Haematoblasten im graden Verhältnisse zu der Häufigkeit stehen, mit welcher sich der Theilungsprocess in dem gegebenen Marktheil vollzieht und wir werden aus der Kleinheit der Haematoblasten einen vorsichtigen Schluss auf die jeweilige Intensität des Blutbildungsprocesses machen dürfen. Doch werde ich erst weiter unten Gelegenheit haben, die ganze Tragweite grade dieser Erscheinung zu zeigen, wenn wir nämlich die schnellere Regeneration des Blutes nach grossen Blutverlusten betrachten.

Mit diesem Hinweis auf die verschiedene Grösse der Haematoblasten habe ich zugleich das Wichtigste über den zweiten Bestandtheil derselben, nämlich das rothgelbe Protoplasma gesagt. Ich kann nicht sagen, dass ich abgesehen von der verschiedenen Quantität an dieser Substanz irgend welche bemerkenswerthen Un-

terschiede sei es der Farbe, des Glanzes, der äusseren Contourirung wahrgenommen hätte.

Da die Kerne der Haematoblasten — vorausgesetzt dass sie sich nicht grade durch Theilung vermehren — alle von gleicher Grösse sind, d. h. ungefähr von der Grösse eines farblosen Blutkörperchens — so liegt der mehrerwähnte sehr auffällige Grössenunterschied der Haematoblasten allein in der Quantität der den Kern einschliessenden rothgelben Zellsubstanz. Mit dem Kern gemessen beträgt der Unterschied der kleinsten und der grössten Haematoblasten etwa $\frac{2}{5}$ —1, während er ohne den Kern kaum $\frac{1}{5}$ —1 betragen dürfte.

Im Uebrigen habe ich nur Negatives namentlich mit Bezug auf etwaige andere „Vorstufen“ der rothen Blutkörperchen zu berichten. Ich habe bei meinen zahlreichen Anläufen, die richtige Entwicklungsreihe zusammenzufinden, mich immer mehr von der Wahrscheinlichkeit abwenden müssen, dass es ein körniges Vorstadium der Haematoblasten giebt. (Erb, Alexander Schmidt.) Es giebt körnige Zellen und zwar bei älteren Geschöpfen sogar in recht erheblicher Menge im Knochenmark; dieses sind aber meistentheils regressiv Elemente, auch Pigmentzellen des Markes, aber keine jungen Blutkörperchen. Für Hayem's Haematoblasten habe ich vielleicht eine Deutung gefunden (s. unten). Auch, dass farblose Blutkörperchen allmählig einen rothgelben Saum bekommen und sich auf diese Weise successive in Haematoblasten verwandeln, ist eine Annahme, welche ich zwar mit der gesammten Fachgenossenschaft theile, an der ich bis auf Weiteres festhalte, welche ich indessen durch entsprechende Befunde beim Meerschweinchen oder anderen mit kernlosen rothen Blutkörperchen ausgerüsteten Thieren nicht genügend unterstützen kann. Ich werde weiter unten anmerken, dass man unter den farblosen Blutkörperchen der Vogelmilz die gesuchten Uebergangsformen findet. Als solche erkenne ich gewisse farblose, aber nach aussen auffallend scharf und glatt begrenzte Zellen an. Die glatte, glänzende Contour wird an anderen Exemplaren immer breiter und erhält dann allmählig einen rothen Schein. Doch diess beiläufig. An den Mark- und Milzzellen des Meerschweinchens, des Hasen, des Schweines, des Menschen habe ich die gleiche Beobachtung nicht gemacht. Viel eher und immer auf's Neue wollte es mir so vorkommen, als ob gewisse Uebergänge von den grösseren Markzellen zu den Haematoblasten exi-

stirten. Aber ich musste wegen der unverhältnissmässigen Seltenheit der bezüglichen Befunde auch diese Möglichkeit beruhen lassen und mich also mit der einzigen ganz sichern Thatsache begnügen: dass sich die grösseren Haematoblasten durch Theilung vermehren, und dass die Tochterzellen etwa $\frac{2}{5}$ so gross sind als die Mutterzellen; wobei die Anwesenheit zahlreicher Zwischengrössen auf ein allmähliges Wachsthum der Tochterzellen schliessen lässt.

Nächst den Haematoblasten treten die „**grosszelligen Elemente**“ des Knochenmarks bedeutsam hervor (Fig. 12c.). Als solche bezeichne ich alle grösseren Elemente mit doppelcontourirtem, Kernkörperchen haltenden, sogenannten bläschenförmigen Kern und körnigem, reichlichem Protoplasma. Der Kern dieser Zellen ist bei Weitem schwächer lichtbrechend als der Kern der Haematoblasten oder der farblosen Blutkörperchen. Es macht den Eindruck, als sei derselbe durch Wasseraufnahme aus einem jungen Zellenkern hervorgegangen; dabei habe sich die stark lichtbrechende Nuclearsubstanz in eine peripherische Randschicht und einen centralen Rest, das Kernkörperchen, geschieden, das ganze Gebilde aber habe sich beträchtlich gebläht und erscheine „bläschenförmig“. Wäre diese Annahme richtig, so würde diese Blähung die Vermehrungsfähigkeit des Kernes keineswegs beeinträchtigt haben, denn wir finden nicht eben selten Doppelung und Verdreifachung auch an diesen Zellkernen, wenn auch die nachfolgende Zelltheilung sich nicht so leicht und häufig constatiren lässt, wie an den Haematoblasten. Die grosszelligen Elemente des Markes sind vor Allem durch ihren Umfang, d. h. durch die Quantität des körnigen farblosen Protoplasmas ausgezeichnet, welches die Kerngebilde umlagert. Das Protoplasma ist bald feiner bald gröber, selbst ganz grob gekörnt. Von den Protoplasmakörnchen müssen aber die häufigen Einlagerungen von Fett und Pigmentkörnchen unterschieden werden, welche zum Theil auf eine regressive Metamorphose dieser Elemente zu beziehen sein dürften.

Die grösste Mehrzahl aller im Mark vorfindigen Zellen können wir als **farbloße Blutkörperchen** bezeichnen, wenn wir es mit der Definition solcher nicht zu genau nehmen wollen. Denn von der gewöhnlichen Beschaffenheit der im Blute circulirenden farblosen Zellen dürfte doch nur etwa die Hälfte der im Mark vorfindigen sein. Die übrigen weichen namentlich durch die Beschaffenheit

ihres Protoplasmas ab. Einige sind so arm an Protoplasma, dass es einem ungeübten Beobachter nicht zu verargen wäre, wenn er dieselben rundweg als „nackte Kerne“ bezeichnete (Fig. 1c). Andere haben einen grösseren, ganz durchsichtigen Schleier um sich, der sich bei noch anderen nur noch als ein leuchtender Halo darstellt (Fig. 1e.). Wieder andere sind mit stark lichtbrechenden Körnchen so stark beladen, dass sie wie kleine Körnchenkugeln aussehen. Kerntheilung sah ich nicht an ihnen, wiewohl ich sie grade hier besonders zu sehen erwartet hatte und Bizzozero dieselbe wirklich gesehen und beschrieben hat, was mir ebensoviel gilt, als wenn ich sie selbst gesehen hätte.

Ein fernerer, ganz constanter Befund, und zwar an allem rothen Knochenmark, sind die bekannten **Riesenzellen**. Frisch untersucht zeigen sie sich als mattleuchtende Schollen mit verwaschenen und abgerundeten, unregelmässigen Contouren, in deren Innerem man eine grössere Zahl runder Kerngebilde gewahrt, welche bei Focalverschiebung bald hier bald da aufleuchten. (Fig. 2a.) Nach Behandlung mit erhärtenden und Färbemitteln überzeugt man sich, dass die Kerngebilde zum Theil unter einander in Berührung getreten, ja zu eigenthümlichen wurstförmigen Körpern verschmolzen sind, als wenn sie sich unter dem Einflusse einer Zusammenziehung der Riesenzelle, eines äussern Druckes zusammengefunden hätten. (Fig. 2b.) Im Wirbelmark älterer Individuen (beim Menschen jenseits des 40. Lebensjahres) findet man als eine fernere Umwandlungsform der Riesenzelle eine Fibrinscholle von bröcklicher Contour und homogenem Innern (Fig. 2c), bei Osteomalacia senilis sah ich regelmässig gewisse Ballen starklichtbrechender Fibrinfäden (Fig. 2d), welche ich ebenfalls für letzte Ueberreste der Riesenzellen halten muss.

Da ich aber wahrscheinlich nicht wieder auf diesen Punkt zurückkommen werde, so will ich gleich an dieser Stelle meine endgültige Meinung über diese vielbesprochenen Gebilde äussern. Ich halte die Entstehung von Riesenzellen für eine Ablagerung überschüssigen Bildungs-Materials. In der Regel findet dieselbe in Parenchymen neuer Bildung statt, in denen der Mangel an offenen Lymphgefässen eine Abfuhr der Zellen nicht gestattet. Das Knochenmark hat keine Lymphgefässe. Daher treten hier Riesenzellen und zwar theils in der Mitte der von einer Capillarschlinge umfassten Parenchympartie, theils an der freien Ober-

fläche, d. h. an der Resorptionsgrenze der Knochensubstanz auf und stellen einen Theil der im Knochenmark insbesondere bei der Blutbildung erzeugten und nicht verbrauchten Zellen dar.

Die rothen kernlosen Blutkörperchen, welche sich im eigentlichen Markparenchym und nicht in den dasselbe durchziehenden Gefässen vorfinden, sind zum Theil von ganz besonderen Formen, von ungleicher Grösse und verschiedener Intensität der Färbung. Betrachtet man sie aber längere Zeit, so wird man gewahr, dass die Grössen- und Farbenverschiedenheiten wesentlich auf die Verschiedenheiten der äusseren Form zurückzuführen sind. Die Blutkörperchen lassen nämlich zum grossen Theil die wohlbekannte Doppelnapfform vermissen; auch die Maulbeerform ist nicht gewöhnlich. Sie erscheinen wie durch äussere Druck- und Zugwirkungen entstellt, im Allgemeinen glockenförmig, aber verdrückt in allen möglichen gar nicht zu beschreibenden Contouren und daher denn auch bald dünn ausgewalzt, blass und gross, fast fetzenartig, bald mehr geknittert, oder mit zahlreichen Falten, Dellen und Höckern versehen. Es ist auf den ersten Blick kein rechter Zusammenhang in diesen Formen zu entdecken. Nur rund, kuglig erscheinen sie nie, was mir gleich beim ersten Präparat aufgefallen ist und was ich seither immer wieder constatirt habe. (Vergl. Fig. 6b. Sie sind aber noch polymorpher.)

Alle bisher betrachteten Zellenformen sind leicht isolirbar. Sie gehören zur Haematopoëse und bilden keinen bleibenden Bestandtheil des Parenchyms. Die Haematopoëse ist meines Erachtens eine accessorische, beziehentlich vorübergehende Function gewisser dazu örtlich disponirter Bindesubstanzen. Sehen wir uns nun nach den **stabilen Elementen** der Bindesubstanz: Knochenmark um. Als solche erkennen wir an eine wechselnde Menge, namentlich sternförmiger Gebilde. Vorzüglich erwähnenswerth sind Fettzellen von erheblicher Grösse; dieselben sind kenntlich an einem grossen kugelrunden Fetttropfen, welcher gewöhnlich noch mit ein bis drei kleineren Fetttropfen zusammen das Protoplasma füllt und zur Seite drängt. Von diesem zur Seite gedrängten feinkörnigen Protoplasma, was man oft erst beim Hin- und Herrollen der Zellen gewahr wird, gehen meist nach zwei entgegengesetzten Richtungen glatte in Spitzen auslaufende Fortsätze aus, die sich mit ähnlichen Ausläufern anderer, aber etwas entfernt liegender Fettzellen begegnen und verbinden. So entsteht ein Netzwerk

in dessen Knotenpunkten die ersten Fettzellen liegen und welches sich in recht regelmässiger Weise durch das Markgewebe hinspannt. Jeder Bröckel des zerzupften Markgewebes lässt zum mindesten die gleichmässig vertheilten Fettzellenknotenpunkte erkennen, welche ausserdem leicht durch etwas Ueberosmiumsäure deutlich gemacht werden können. Wir werden weiter unten sehen, dass dieses Netzwerk ein ganz constantes Ingrediens jedes Knochenmarks ist, welches sich als solches innerhalb eines Knochens constituirt hat und dass die weiteren physiologischen Metamorphosen, welche dasselbe erfährt, grade diesen Bestandtheil unberührt lassen.

Somit hätten wir nun eine vorläufige Uebersicht der Parenchymbestandtheile gewonnen, wie sie uns die Zerzupfung des vorher vom eigentlichen Blut befreiten rothen Knochenmarks in $\frac{3}{4}$ % Kochsalzlösung an die Hand giebt. Dies Nebeneinander der verschiedensten Zellenformen, als da sind Haematoblasten oder rothe, kernhaltige Blutkörperchen, grosszellige Elemente des Knochenmarks, farblose Blutkörperchen, Riesenzellen, rothe Blutkörperchen und sternförmige Fettzellen wird noch bunter durch die zahlreichen Variationen der Form und Beschaffenheit, welche innerhalb der einzelnen Zellenspecies vorkommen. Von einer Reihe mehr inconstanter und zum Theil gewiss nur zufälliger Befunde, namentlich Pigmentkörper, einzelner blutkörperchenhaltiger Zellen, Haematoidinkrystalle etc. ist bei unserer Aufzählung vor der Hand ganz abgesehen.

Ich habe jetzt die Eingangs dieses Artikels aufgeworfene Frage: aus welchen Theilen besteht das Knochenmark, beantwortet. Die Frage: wie sind diese Theile unter einander und mit dem Gefässapparat verbunden, kann nur mit Hilfe complicirter Methoden der Injektion, Härtung und Färbung, vor Allem aber mit Berücksichtigung der verschiedenen Beschaffenheiten beantwortet werden, welche das Knochenmark nach Oertlichkeit, Alter und Nahrungsstand darbietet.

Das rothe Knochenmark, welches wir als die eigentliche haematogene Substanz bisher ausschliesslich betrachtet haben, ist so reich an kleinen Zellen und das Parenchym deshalb trotz aller Erhärtung so brüchig und bröcklig, dass selbst die feinsten Schnitte, welche zu erhalten sind, nur ungenügenden Aufschluss über die Zusammenfügung der Theile gewähren. An den Rändern und an ganz besonders dünnen, durch einen glücklichen Zufall erhaltenen

Parthien solcher Schnitte sieht man (Fig. 14), dass im Allgemeinen die grosszelligen Elemente ihre runde Gestalt behaupten, während die kernlosen rothen Blutkörperchen die Zwischenräume zwischen ihnen ausfüllen; die kernhaltigen rothen Blutkörperchen verhalten sich mit ihrer rothen Seite ebenso wie die kernlosen, sie schieben dieselbe in die Lücken zwischen den benachbarten Zellen hinein, so dass sie, künstlich isolirt, noch deutlich die durch Erstarrung fixirten Fortsätze dieser Seite erkennen lassen (Fig. 4a). Der Kern bleibt dagegen rund und stellt ebenso wie die Kerne der farblosen Blutkörperchen einen festeren Punkt im Parenchymbild dar. Am wunderlichsten sind die Formen, welche die kernlosen rothen Blutkörperchen, nach der Erhärtung isolirt, darbieten. Viele von ihnen sind mit ganz langen Fortsätzen versehen; alle sind äusserst unregelmässig contourirt, was wir ja auch bis zu einem gewissen Grade an den frisch untersuchten Zellen constatiren konnten. Diese Blutkörperchen besitzen sonach eine teigig formbare wenn auch elastische Beschaffenheit. Erst wenn sie frei geworden, streben sie gewissen ihnen bei der Entwicklung eingepprägten Formen zu.

Den einzigen wirklich brauchbaren Anhaltspunkt für das Verständniss der Struktur des rothen Markes bieten die stabilen Fettzellen desselben dar (Fig. 5). Diese sind in ganz gleichmässigen Zwischenräumen durch das Parenchym vertheilt. Sie weisen mit ihren Fortsätzen nach einander hin, gehören also sämmtlich zu einem durch das Mark ausgespannten Saftzellennetz, dessen Knotenpunkte sie bilden. Die von Flemming ausgesprochene Vermuthung (Dies Archiv Bd. 12), dass sie in ihrer Anordnung hier wie anderwärts zunächst durch die Gefässbahnen bestimmt würden, habe ich nicht bestätigt gefunden. Sie sind nichts anderes als die ursprünglich farblosen, später fetthaltigen sternförmigen Zellen der Binde substanz: Knochenmark und als solche an den Gefässen nicht reichlicher als überall sonst zugegen.

Man kann sich von dieser Thatsache sofort überzeugen, wenn man injicirtes rothes Mark mit Ueberosmiumsäure behandelt. Die Fettzellen nehmen dabei eine schwarze Farbe an und heben sich scharf von der ungefärbten Umgebung ab (Fig. 5).

Nach alledem hätten wir uns also vorzustellen, dass sich im rothen Knochenmark wie in anderen Binde substanz, z. B. dem Schleimgewebe, ein Saftzellennetz findet, welches sich zwischen den Gefässen ausspannt und nach den herrschenden Vorstellungen wohl

zur Vervollständigung und Specialisirung der Ernährungseinrichtungen bestimmt ist. Die Intercellularsubstanz wäre dann der Ort, wo sich die zur Blutbildung in näherer Beziehung stehenden Mark-elemente, die fertigen und unfertigen rothen Blutkörper, die grosszelligen Markelemente, die Riesenzellen etc. aufhielten.

Dass diese Vorstellung von der Struktur des haematogenen Markes ungefähr richtig ist, kann man aus den physiologischen und zum Theil pathologischen Veränderungen entnehmen, welchen dasselbe unterworfen ist.

Die Umwandlung des haematogenen Markes in Fettmark vollzieht sich in der Weise, dass anschliessend an die fettige Infiltration der Sternzellen eine Fettinfiltration anderer benachbarter Mark-elemente statt hat. Woher diese stammen, habe ich nicht entscheiden können. An Bildungszellen fehlt es nicht. Man sieht eben statt einer Fettzelle deren mehre in kleinen Haufen das Mark durchsetzen. Je grösser diese Haufen werden, um so mehr vereinigen sie sich untereinander. Es entsteht ein breitbalkiges Fettzellennetz mit immer kleiner werdenden Augen, welche schliesslich ganz verschwinden. Auch diese Veränderung ist nicht besonders an die Gefässbahnen gebunden, sondern vollzieht sich ganz gleichmässig überall, sobald die allgemeinen Bedingungen für dieselbe gegeben sind. Worin diese allgemeinen Bedingungen zu suchen seien, ist eine Frage, welche zu denken giebt, aber so bald kaum beantwortet werden wird. Jederweiss, dass das Fettmark zuerst in den Diaphysen der vorzugsweise in die Länge wachsenden Knochen erscheint. Hier sind es die „ältesten“ Parthien der gesammten Marksubstanz eines Knochens, welche verfetten. Ist der Knochen ausgewachsen, so tritt allmählig auch in der Spongiosa der Epiphyse Fettmark an die Stelle des rothen Markes, welches hier während der ganzen Wachstumsperiode gefunden wurde. Auch die kurzen Knochen der Hand und Fusswurzel erhalten Fettmark. Wenn es sonach scheinen könnte, als sei die Fettmarkbildung eine ständige Altersmetamorphose, so widersprechen dem andere Erfahrungen. Die Wirbelkörper erhalten sich Zeitlebens „roth“ und repräsentiren daher unstreitig den Haupthort der nicht-lienalen Haematogenese.

Was haben nun die Wirbelkörper vor den kurzen Knochen der Hand- und Fusswurzel voraus? Allenfalls die höhere Temperatur, da sie grösstentheils noch in den gleichmässig hoch temperirten Leibeskern fallen, während die Hand- und Fusswurzel ausser-

halb desselben gelegen sind? Dem mag nun sein wie ihm wolle, die Fettmetamorphose des rothen Markes führt zu einer grösseren Befestigung der Markstruktur. Vor allem bekommen jetzt alle Gefässe Membranen. Venen und venöse Capillaren werden gegen das Parenchym durch eine wenn auch sehr zarte Haut abgegrenzt. Von einer Muscularis freilich ist auch jetzt nirgends die Rede. Die Venen machen noch fortgesetzt den Eindruck von Lücken, welche zwischen den grösseren rundlichen Abtheilungen des Fettmarkes ausgepart geblieben und nur mit einem dünnen spiegelnden Häutchen ausgekleidet sind. Sie klaffen am erhärteten Mark, wie wir es nach den allgemeinen Circulationsbedingungen im Innern einer festen Knochenschale zu erwarten haben. Aber für die mikroskopische Untersuchung ist doch jetzt ein fester Rahmen gegeben, der uns beim weiteren Studium der Markstruktur dienen kann.

Mit dem Fettmark freilich ist nicht viel anzufangen. Desto mehr mit einer gewissen Art von Schleimmark, welches sich sowohl bei jungen Thieren in den Diaphysen der Röhrenknochen findet, als auch in Folge von Ernährungsstörungen aus dem Fettmark entwickelt. Bleiben wir bei dem atrophischen stehen, so hat dieses eine lebhaft rothe Färbung und gallertige Consistenz. Es findet sich bei seniler und nicht seniler Osteomalie, bei Rachitis, bei anaemisch-kachectischen Individuen (Krebs, Tuberkulose) hier und da. Bringt man von diesem Mark ein Scheerenpräparat unter das Mikroskop, so findet man nichts, was dasselbe vom schleimigen Bindegewebe wesentlich unterschiede. Die Sternzellen, welche sich zwischen den Gefässen ausspannen und den Parenchymraum ganz gleichmässig durchsetzen, enthalten je einen grösseren Fetttropfen, oft von bräunlicher Färbung. Dieses sind offenbar dieselben Zellen, welche wir im rothen haematogenen Mark als sternförmige Fettzellen kennen gelernt haben. Sie haben das Fett am frühesten aufgenommen und halten es am längsten fest. Die schleimige Inter-cellularsubstanz enthält noch eine kleine Anzahl von Rundzellen, meistens grosszellige, mehr oder minder mit kleineren Fettkörnchen gefüllte Elemente, sonst nichts, natürlich auch keine haematogenen Zellen; denn dieses rothe, atrophische Schleimmark steht dem rothen, haematogenen Mark trotz der Aehnlichkeit in Consistenz und Farbe ebenso gegenüber wie das Kind dem Greis, sie sind Anfang und Ende aller Markentwicklung und meist durch das breite Stadium des Fettmarks getrennt.

III.

Wir kommen nun zur Beantwortung der Hauptfrage: Durch welchen histologischen Process entstehen die kernlosen rothen Blutkörperchen aus den kernhaltigen Hämatoblasten des Knochenmarkes? Dass sie aus diesen allein hervorgehen und dass wir jede andere Möglichkeit der Entstehung aus unserem Vorstellungskreise verbannen müssen, darüber wird, denke ich, bei Demjenigen kein Zweifel mehr obwalten, der meinen bisherigen Darlegungen mit einiger Aufmerksamkeit gefolgt ist. Wir können, wenn wir wollen, über die Herkunft der Hämatoblasten selbst verschiedener Meinung sein, wir könnten fragen, ob sich dieselben und auf welche Weise sie sich aus farblosen Blutkörperchen entwickeln, nothwendig ist diese Discussion für jetzt nicht, da wir wissen dass gerade die Hämatoblasten eine reichliche fissipare Vermehrung erkennen lassen, mithin eine nächste und ausreichende Ursache der numerischen Zunahme der rothen Blutkörperchen bekannt ist. Also nochmals: wie entstehen die kernlosen rothen Blutkörperchen aus den kernhaltigen Hämatoblasten? Meine Antwort lautet: Genau so, wie beim Embryo aus den kernhaltigen Blutkörperchen die kernlosen hervorgehen. Diesen Vorgang habe ich, durch eine glückliche Wahrnehmung begünstigt, wiederholt sehr genau verfolgen können. Nachdem ich einmal erfahren hatte, dass die in einem Meerschweinchenuterus vorfindigen Embryonen von so verschiedenem Alter sind, wusste ich, wo und wie ich mir das Material für meine Untersuchung zu verschaffen hatte. Freilich hat manches Meerschweinchenweibchen sein Leben lassen müssen, ohne dass es die gewünschte Ausbeute gegeben hätte. Aber wenn unter fünfem auch nur eines entsprach, so durfte ich wohl zufrieden sein. So ist es mir viermal geglückt, einen Embryo zu finden, in welchem der Uebergang der kernhaltigen Blutkörper in kernlose verfolgt werden konnte. Ich habe die bezüglichen Bilder in Fig. 6a zusammengestellt. Man sieht, der Kern, von etwas farblosem Protoplasma umhüllt, verlässt die Zelle und lässt ein glockenförmiges Gebilde von rothgelber Farbe zurück, welches sofort als ein in der Form noch etwas abweichendes kernloses Blutkörperchen erscheint. Dieser Process scheint sich

verhältnissmässig schnell zu vollziehen, denn in einem besonders lehrreichen Falle fand ich den grössten Theil der kernlosen rothen Blutkörperchen noch von jener glockenförmigen Gestalt, wie in Fig. 6b zu sehen ist. Die Glocken sind durch die Bewegung des Blutes freilich schon etwas gemodelt, die Ränder etwas eingebogen, die Höhlung verflacht und eingetrieben, aber zu erkennen ist die glockenförmige Gestalt überall noch sehr deutlich und wenn man dann den Auswanderungsprocess selbst in den verschiedensten Fortschritten von der herniösen Hervorstülpung bis zum letzten Verbundensein des ausgewanderten Kerns mit der Glocke durch ein Protoplasmafädchen verfolgen kann, so schwinden für dieses Objekt wenigstens alle Zweifel.

Halten wir hiermit die Befunde am rothen Knochenmarke zusammen, so werden wir keinen Anstand nehmen, die embryonale Trennung des Kernes von der rothgelben Protoplasmahülle in der Fig. 7, wiederzuerkennen. Ich habe diese Abbildungen als besonders bezeichnend und die einzelnen Stadien des Trennungsprocesses charakterisirend aus einen ganzen Stoss von Zeichnungen ausgewählt, welche ich im Laufe der Zeit gesammelt habe. Fig. 7 a b ist z. B. aus dem Wirbelmarke eines fünfjährigen ohne vorgängige Krankheit verstorbenen Knaben. Es ist bemerkenswerth, wie maassgebend die völlige Gesundheit des betreffenden Individuums für die Ausbeute unserer Forschung nach blutkörperbildenden Zellen ist. Darum ist dieselbe auch bei allem Schlachtvieh, namentlich Schweinen, ungleich ergiebiger als bei dem Sektionsmaterial der Kliniken. Dass es im Grossen und Ganzen nicht eben häufig ist, die Trennung des Zooids von dem Oikoid grade in einem für den Vorgang entscheidenden Mittelstadium anzutreffen, das wird sich jeder sagen müssen, der einen Augenblick überlegt, wie geringe Anwartschaft wir haben, denselben grade in dem von uns untersuchten Milliontel hämatogener Substanz auch nur an einer Stelle im Vollzuge zu haben und dann noch diese Stelle in unseren Präparate ausfindig zu machen. Aus den Erfahrungen über den Wiederersatz des Blutes nach profusen Menstruationen oder andern Blutungen wissen wir ja beiläufig, wie langsam sich das Blut in seinen Hauptbestandtheilen regenerirt. Nehmen wir an, dass bei einer reichlichen Menstruation 150—200 Gramm rothes Blut verloren gehen und dass dieser Verlust in 28 Tagen wieder gedeckt wird, so kommt auf den Tag 7 Gramm,

auf die Minute, in welcher sich der Vorgang nach Analogie ähnlicher Vorgänge etwa vollziehen mag, ein Centigramm Blut: man denke sich diesen halben Tropfen auf die ganze Masse des Wirbelmarkes und — wie ich hier gleich hinzufügen will — die ganze Milzpulpa vertheilt, so wird man die ungefähre Wahrscheinlichkeit ermessen können, welche wir haben, die rothen Blutkörperchen in statu nascenti zu überraschen, welche diesen Verlust decken.

Darum gehört grade die Frage nach der Entstehung der kernlosen rothen Blutkörperchen zu den schwierigsten Problemen der Histologie und hat ihre Beantwortung so unverhältnissmässig lange auf sich warten lassen. Ich habe die Beantwortung wahrlich nicht in der Richtung gesucht, in welcher ich sie schliesslich gefunden habe, denn was ich in einem früheren Schriftchen ¹⁾ über die Umwandlung der rothen Blutkörperchen in farblose niedergelegt habe, betrifft einen ganz anderen Vorgang, der in dieser Weise wohl nur im Extravasatblut des Frosches, hier aber auch ganz sicher, vorkommt.

Von jenem Gesichtspunkte aus muss auch der Umstand beurtheilt werden, dass es durch kein Reagens gelingen will, die Trennung künstlich, unter unseren Augen, in Scene zu setzen. Ich habe mir in dieser Richtung die erdenklichste Mühe gegeben. Alle Säuren habe ich durchprobirt, alle möglichen organischen Substanzen, die verschiedensten Salze, dann Wärme, Elektrizität, bis auf den Magnetismus. Es erschien mir gar zu wünschenswerth, wenigstens die Neigung der Hämatoblasten zu jener Trennung in Kern und Schale auf diese Weise klar zu legen. Endlich aber musste ich mir sagen, dass auch mit solchem Nachweis einem hartnäckigen Zweifler gegenüber wenig gethan wäre. Und da ich mir selbst den Ehrentitel eines hartnäckigen Zweiflers nicht vorenthalten möchte, so stand ich schliesslich ab und hielt mich nur an das, was ich wirklich in Händen hatte. Ich hatte auch noch viel in Händen.

Zunächst die „glockenförmige“ Gestalt der jungen Blutkörperchen. Jeder unbefangene Beobachter wird nach einiger Orientirung zugeben müssen, dass wir es hier mit einem ganz sicheren Faktum zu thun haben. Er wird die in Fig. 6b abgebildeten Formen bald genug gefunden haben und das Hauptthema sowohl

1) Experimental-Studien über die Histologie des Blutes. Leipzig. 1863.

als die zahlreichen vorkommenden Variationen desselben bestätigen können. Man kann übrigens durch eine Reihe von Reagentien an seinen eigenen aus der Ader gelassenen rothen Blutkörperchen die Glockenform wieder hervortreten lassen; dieselbe ist inzwischen durch die „Rollung“ etwas umgemodelt worden. Aber es scheint mir doch kaum zweifelhaft, dass die in Fig. 3 abgebildeten Formen, welche auf Zusatz von Alaunlösung (1 : 15) zu den gewöhnlichen rothen Blutkörperchen entstehen, nur in dem Sinne gedeutet werden können, dass hier eine Oeffnung auf der einen Seite des Biconcavs sichtbar wird und sich der Quer- oder Sternriss mit umgebogenen gewulsteten Rändern darstellt, während die andere Fläche geschlossen bleibt und krumm wird, so dass das Ganze einer niedrigen runden Kappe gleicht.

Die biconcave Gestalt des rothen Blutkörperchens ist durch die glockenförmige Ursprungsform einerseits und die „Rollung“ im Blutstrom anderseits bedingt. Diese Rollung ist nichts weniger als eine einfache Vorwärtsbewegung in einer Richtung, sondern nebenher eine durch vielseitigen Contact mit andern festen Körpern bedingte mechanische Modellirung der Blutkörperchen und hat auf die Formirung des Ganzen einen ähnlichen Einfluss, wie die mechanischen, mit Abschleifung verbundenen, Berührungen, welchen ein beliebiges Steinstück im strömenden Gewässer ausgesetzt ist. Welchem Biologen, der nicht bloß am Studirtisch beobachtet, könnte die grosse Aehnlichkeit der sogenannten „Rollsteine“ mit den rothen Blutkörperchen entgangen sein, jener oft überraschend regelmässig geformten Trochisken des Ufersandes, mit welchen er schon als Knabe die Elasticität der Wasserfläche erprobt hat. Wenn man sich aus Glaserkitt, der aber recht steif sein muss, glockenförmige Körper bildet und diese in einer wassergefüllten Flasche hin und her laufen lässt so entstehen aus ihnen platte Scheiben. Oder — was noch zutreffender sein dürfte — wenn man die mechanische Behandlung, welche ein Blutkörperchen in der Blutbahn erfährt, in die beiden Momente der eigentlichen Rollung an der Wand und der Compression a fronte durch Anprall auflöst und das glockenförmige Gebilde zuerst ganz leicht zwischen den hohlen Händen rollt und dann seitlich zusammendrückt, so bildet sich bei der Rollung eine hohle Kugel, bei der Compression der bekannte biconcave Meniscus. Dieses Verfahren ist keineswegs

identisch mit der allerdings sehr einfachen Herstellung eines Biconcaves durch Compression einer Thonkugel zwischen Daumen und Zeigefinger. Vielmehr wird man sich bei der sorgfältigen Ausführung unseres Experiments überzeugen, wie sich die Ränder der Glocke zuerst nahtartig aneinanderlegen und dass diese Naht in ihrer Form auffallend an den Riss erinnert, welchen das mit Alaunlösung behandelte Blutkörperchen zeigt, wenn es im Begriff ist, die alte Glockengestalt anzunehmen. Sodann entsteht der biconcave Meniscus ohne jeden gewaltsamen Druck fast von selbst, wenn man dafür sorgt, dass die Luft aus dem Innern frei entweichen kann. Eine dickwandige Blase giebt bei der Compression einen biconcaven Meniskus ohne eine erhebliche Verschiebung der kleinsten Theile, welche bei der Compression einer weichen Kugel zwischen Daumen und Zeigefinger, das einzige formbildende Moment von Belang ist.

In Wirklichkeit verhält sich die Sache folgendermassen: Die ursprüngliche Glocke ist ein grosses, aber schlaffes, hautartiges Gebilde. Sie wird aber, so lange sie noch im Gedränge der Markzellen steckt, zu einer Sammlung ihrer Gestalt nicht wohl gelangen können. Darum finden wir auch in dem zerzupften hämatogenen Mark nur diese grossen vielgestaltigen Körper vor. Sind diese aber in den Blutstrom gelangt, so macht sich die ihnen innewohnende Elasticität in dem Sinne geltend, dass sie der ihnen bei der Entstehung aufgeprägten Kugelgestalt zustreben. Dann erhalten wir kleine, runde, dunkelrothe Blutkörper, welche erst allmählig zu den grösseren platten Menisken ausgewalzt werden.

Was die trennenden Kräfte betrifft, welche bei der Scheidung der Hämatoblasten in seine beiden Bestandtheile in Frage kommen, so bin ich sehr geneigt eine thätige Ablösung des Kernes nebst seiner dünnen farblosen Protoplasmahülle, d. h. eine Auswanderung des Zooids aus dem Oikoid anzunehmen. Zu dieser Auffassung fordern die zackigen Ausläufer auf, welche ich oben beschrieben habe, noch dringender aber Vorkommnisse, wie die in Fig. 7 b abgebildeten. Hier hat die Zelle gradezu einen farblosen Fuss, den sie bereits über die Peripherie des Gesamtleibes hervorstreckt. Ich glaube sicher, dass die ausgewanderten Kerne nichts anders sind als jene Art farbloser Blutkörperchen des Knochenmarks, welche ich oben als „scheinbar freie Kerne“ beschrieben habe, weil sie mit einem unverhältnissmässig grossen

Kern und sehr wenig Protoplasma ausgestattet sind. Doch wer kann das beweisen! Die Kategorie „farbloser Blutkörperchen“ ist nach grade eine Art Omnibus geworden, in welchem Alles fährt. Jedenfalls sind wir in der Lage über eine Unmasse im hämatogenen Gewebe vorfindiger farbloser Zellen zu verfügen und der Gedanke, dass ein Theil derselben als ein Nebenprodukt der Blutkörperbildung hier abgelagert worden sei, liegt überaus nahe. Für jedes rothe Blutkörperchen, welches im Blut circulirt, ist nach unserer Auffassung ein farbloses Element frei geworden, dessen weiteres Schicksal diskutirt werden kann.

Neben der amöboiden Beweglichkeit des Zooids müssen insbesondere für die Ausstossung der jungen rothen Blutkörperchen in die das Markparenchym durchziehenden Blutwege, für die Absonderung derselben die mechanischen Kräfte des wachsenden Binnendrucks in Anspruch genommen werden, welche durch die numerische Zunahme der Hämatoblasten bei ihrer Theilung erzeugt werden. Wir haben oben gesehen, dass die feste Einrahmung des Markes durch die Knochenkapsel gebieterisch verlangt, dass jede einseitige Inhaltsvermehrung durch eine gleichzeitige Inhaltsverminderung ausgeglichen werden muss. Was liegt also näher, als dass das Gleichgewicht in diesem Falle dadurch erhalten wird, dass die im Markparenchym erzeugten Blutkörperchen in der Richtung gegen die wandungslosen venösen Capillaren und Venen, also gleichsinnig mit der gesammten Saftbewegung, welche wir im Marke anzunehmen haben, fortgeschoben und in das circulirende Blut hineingestossen werden. Dass die farblosen Blutkörperchen ihren bekannten Eigenschaften auch im Knochenmarke treu, d. h. haften bleiben, während die platten, rothen Blutkörperchen hier wie überall mit Leichtigkeit durch das Parenchym hindurchgleiten und so zur Absonderung gelangen, werden wir leicht begreiflich finden. So erhalten wir die ohne dieses kaum verständliche „Anhäufung“ farbloser Elemente im blutbereitenden Marke, welche noch dazu durch die weitgehendste Vielgestaltigkeit auf eine Reihe von weiteren Schicksalen hindeutet, welche die farblosen Blutkörperchen hier erfahren. Ich werde mich ein anderes Mal der Diskussion dieser Schicksale nicht entziehen, da ich deutlich sehe, dass wir grade hier einer überaus wichtigen, für die Auffassung zahlreicher pathologischer Zustände (namentlich Scrophulose und Leukämie), entschei-

denden Angelegenheit gegenüberstehen; für jetzt aber möchte ich bei der engeren Aufgabe stehen bleiben, welche ich mir gestellt habe und auf eine Reihe von Experimenten hinweisen, welche ich über die schnelle Regeneration des Blutes nach grossen Blutverlusten angestellt habe.

Das Experiment war freilich ein sehr einfaches, schon vielfach angestelltes. Einem Meerschweinchen wird eine recht grosse Portion Blut entzogen und darauf von Tage zu Tage die histologische Beschaffenheit des Blutes geprüft. Am dritten Tage erscheinen neben den gewöhnlichen rothen Blutkörperchen etwa halb so grosse kugelförmige rothe Blutkörperchen. Die Zahl derselben wächst bis etwa zum siebenten Tage. Dann nimmt dieselbe wieder ab und gegen die vierte Woche hin ist kein einziges auffallend kleines Blutkörperchen mehr aufzufinden. Die „kleinen“ Blutkörperchen schaaren sich in einem Blutpräparate gern zusammen, nicht durch gegenseitige Anziehung getrieben, sondern weil sie gern an etwelche feste Fremdkörper, die zufällig oder absichtlich in das Präparat gebracht sind, auch wohl an die Ränder des Präparates herantreten. Um sie recht *con amore* zu betrachten, braucht man nur ein nicht fettiges Haar in das Präparat zu legen. Gleich haben sie sich an dessen Seiten gesammelt und weichen selbst wenn Verdunstungsströme eintreten nicht von der Stelle.

Ich muss beim Anblick dieser bekannten Microcyten an zwei Dinge denken. Erstens an jenes auffällige Phänomen der Verkleinerung der hämatoblastischen Tochterzellen gegenüber der Mutterzelle bei der Theilung. Zweitens an die Gestalt einer geschlossenen, kugligen Blase, welche unsere Glocke aus Fensterkitt annahm, wenn wir sie lose in den hohlen Händen rollten. Es macht mir den Eindruck, als ob das plötzlich gesteigerte Bedürfniss nach rothen Blutkörperchen ihren Bildungsprocess beschleunigt hätte, so zwar, dass eine lebhaftere Theilung und *eo ipso* eine beträchtlichere Verkleinerung der Hämatoblasten ins Werk gesetzt würden. Von kleinen Hämatoblasten werden auch nur kleine Blutkörperchen geliefert; dieselben haben aber die typische Formanlage in sich und werden bei weiterem Wachsthum ganz so gross und so gestaltet wie die ausgebildeten rothen Blutkörperchen.

Ich habe mich überzeugt, dass auch bei Frauen, welche einer profusen Menstruation unterworfen waren, die gleichen kleinen kugligen rothen Blutkörperchen und ungefähr auch in derselben

Zeit nach der Blutung auftreten. Niemals dagegen habe ich in Folge von grösseren Blutungen eine Vermehrung der farblosen Zellen wahrgenommen, was ja auch mit den Erfahrungen der meisten anderen Autoren übereinstimmt.

Zum Schluss möchte ich noch einer möglicherweise kommenden missverständlichen Auffassung der Hämatoblasten begegnen. Man könnte nämlich denken, die kernhaltigen Blutkörperchen der Vögel und Amphibien seien kurzer Hand mit den Hämatoblasten gleich zu setzende Gebilde. Ich habe zu einer derartigen Auffassung vielleicht selbst etwas beigetragen, indem ich an die von Brücke für das Tritonenblut gewählten Bezeichnungen „Zooid“ und „Oikoid“ erinnerte.

Dass sich bei den Thieren mit kernhaltigen rothen Blutkörperchen die von mir beschriebene Scheidung nicht vollzieht und dass wir es also hier mit den ehemaligen Hämatoblasten selbst zu thun haben, versteht sich wohl von selbst. Aber nur bei gewissen Amphibien, namentlich den Tritonen, hat sich die alte Form der Hämatoblasten, hat sich der verhältnissmässig grosse Kern und die Aehnlichkeit desselben mit einem farblosen Blutkörperchen erhalten. Bei den Vögeln dagegen verdickt und verdichtet sich die rothe Hülle dermassen um den Kern, dass dieser sich bedeutend verkleinert und sicherlich keine Spur von farblosem Protoplasma um sich behält. Man kann diese allmälige Verdickung und Verdichtung des Hämoglobinmantels recht schön an Zerpupfungspräparaten von der Milz einer jungen Taube studiren. Hier ist auch der einzige Ort, wo ich glaube die allmälige Umwandlung farbloser Blutkörperchen in Hämatoblasten demonstrieren zu können. Man findet nämlich ziemlich häufig solche farblose Blutkörperchen, welche ohne bis dahin eine Spur rothgelber Färbung zu besitzen, doch durch eine scharfe glänzende Contour und zwar in runder Form abgeschlossen sind. Die Unterscheidung derselben von allen übrigen farblosen Blutkörperchen fällt deshalb nicht schwer. Jene sind sämmtlich entweder körnig oder unbestimmt, zerfliessend contourirt. Ich halte nun die scharf contourirten glänzenden farblosen Zellen für das Anfangsstadium der Hämatoblastenbildung, ohne indessen durch hinreichend zahlreiche Befunde an anderen Objekten in dieser Deutung unterstützt zu werden.

Für die Vögel ist die Milz das weitaus wichtigste Organ der Hämatogenese. Auch bei den meisten Säugethieren spielt sie eine

grosse Rolle. Sie darf im Allgemeinen als eine Anhäufung hämatogenen Parenchyms angesehen werden, welches zu dem hämatogenen Knochenmarke ergänzend hinzutritt. Die Milz ist freilich zugleich ein Ort, wo altes ausgedientes Hämoglobin frei wird, da das Milzblutserum deutlich gelb gefärbt ist und der Leber gewiss das hauptsächlichste Rohmaterial für die Bildung und Absonderung des Gallenfarbstoffs zuführt. Wie diese Auslaugung, oder wie Andere meinen, Auflösung der rothen Blutkörperchen mit der Hämatogenese zusammengeht, ob sie bloss nebeneinander oder zum Theil durcheinander bestehen, darüber dürften wir wohl noch lange im Zweifel bleiben.

Welches ist nun, wenn ich nochmals Alles erwäge, was mir in Bezug auf die Hämatogenese bei diesen Studien bekannt geworden ist, das endliche Ergebniss? Die Hämatogenese ist eine zeitweise oder bleibende Funktion gewisser Oertlichkeiten im Binde-substanzapparate des Körpers, die für diesen Zweck und diese Zeit in eine offenere Verbindung mit dem Blutgefässlumen treten, sei es, dass die Capillaren und die Venen ihre Wand ganz verlieren, wie im Knochenmark, sei es, dass diese Wand wenigstens undicht wird, wie in der Milz. Dadurch ist die Möglichkeit der ungehinderten Einwanderung sowohl als der Auswanderung von Zellen gegeben. Das hämatogene Bindegewebe wird zu einem Anhangsraum für das Lumen des Blutgefässsystems. In diesem Raume gehen aus farblosen Zellen solche mit hämoglobinhaltigem Protoplasma hervor. Wie entsteht das Hämoglobin? woher kommt es? sind ungelöste Fragen. Ich kann nicht umhin, den ganzen Vorgang mit der Fettbildung zu parallelisiren, weil nämlich die Fettbildung auch eine in Zeit und Ort wechselnde Funktion des Bindegewebs ist und weil sie der Blutbildung am Knochenmark nachfolgt. Die Hämatoblasten zerfallen bei der Bildung der kernlosen rothen Blutkörper in Kern und Schale. Die letztere ist glockenförmig und rollt sich zu einem kleinen runden und hohlen Kügelchen zusammen, was später sich abplattet und scheibenförmig wird. Die freigewordenen Kerne mit etwas farblosem Protoplasma bleiben im Marke liegen. Man findet sie hier neben gewöhnlichen farblosen Blutkörperchen und anderen farblosen Markzellen, neben grosszelligen und riesenzelligen Elementen, sowie neben fettig entartenden und pigmenthaltigen Zellen, ohne dass sich vorab aus diesem Nebeneinander eine plausible Reihe aufeinander

folgender Verwandlungsbilder construiren, geschweige denn mit Sicherheit nachweisen liesse.

Die stabilen Zellen des dauernd oder zeitweilig hämatoeptischen Bindegewebsparenchym bleiben unbetheiligt. Offenbar sind die örtlichen Bedingungen der Hämatopoesis in ganz anderen Verhältnissen als in einer Prädisposition der autochthonen Zellen zu suchen. Aber in welchen Verhältnissen? Was haben die Milz, das Knochenmark und — fügen wir hinzu — der Keimwall des bebrüteten Hühnereies Gemeinschaftliches? Und wenn es noch bei diesen dreien sein Bewenden hätte. Bekannt sind aus der älteren Literatur einige Experimente, welche nach Milzexstirpation beim Hunde eine milzähnliche Beschaffenheit der Mesenterialdrüsen ergaben. Leider sind diese Experimente später niemals, soweit mir bekannt, mit positivem Erfolg wiederholt. Ich habe aber kürzlich einen Fall beobachtet, wo der grösste Theil der Lymphdrüsen und sogar das Bindegewebe im Nierenhilus hämatopoetisch geworden war. Es war ein anämisches Kind, an Darmkatarrh gestorben. Abgelaufene Rhachitis. Allgemeine Sclerose der spongiösen Knochensubstanz. Sowohl die Epiphyse als die Beckenknochen und Wirbelkörper von bimssteinartiger Dichtigkeit. Daneben Milzhypertrophie und die erwähnte Heterotopie von hämatogenem, milzähnlichen Gewebe. Die genauere Untersuchung der Lymphdrüsen zeigte die Hämatoblasten in allen für die Lymphe bestimmten Hohlräumen, aufs Reichlichste gemischt mit rothen Blutkörperchen. Die abführenden Lymphgefässe waren mit dieser Mischung strotzend gefüllt, geschlängelt und an den Klappen varikös aufgetrieben. Dass ich es hier mit blutbereitenden Lymphdrüsen zu thun hatte ist wohl klar, und als höchst wahrscheinlich darf es bezeichnet werden, dass diese Blutbereitung eine vicariirende war. Die rhachitische Verdichtung der sonst blutbereitenden Spongiosa und ihres Markes hatte einen Ausfall in dieser Funktion herbeigeführt, dessen Deckung durch die Arbeit der Lymphdrüsen und des Nierenbindegewebes angestrebt wurde.

Dass die von mir im Knochenmark gefundenen unfertigen Blutkörperchen, welche zum Theil sehr zarte, schwach gefärbte Gebilde sind, mit den von Hayem (Compt. rend. T. 84 und T. 85 1877) beschriebenen Haematoblasten des circulirenden Blutes gleichwerthig sind, wage ich weder zu behaupten noch zu beanstanden. In diesem Punkt möchte ich Hayem selbst das erste Urtheil überlassen.

Commentare zur Keimbläschentheorie des Eies.

I. Die Blastodermelemente und Dotterballen der Insecten.

Von

Dr. Alexander Brandt.

Hierzu Tafel IV.

Zur Orientirung des Lesers sei es gestattet, hier zunächst in wenigen Worten die von mir in früheren Publicationen¹⁾ genauer dargelegte Keimbläschentheorie des Eies in Erinnerung zu bringen. Wie schon ihre Bezeichnung ausdrückt, legte besagte Theorie ganz besonderen Nachdruck auf das Keimbläschen. Dieses wird als die primäre (einfache) Eizelle und als Stammutter sämtlicher primärer Zellen des späteren Organismus betrachtet, wobei jeder Dotter als Umlagerungsgebilde, mithin das ganze Ei als secundäre (complicirte) Zelle anzusehen wäre. Ohne hier, sei es auch nur in den allgemeinsten Zügen, auf die Argumente zu Gunsten dieser Theorie einzugehen, erinnere ich nur daran, dass eine ihre Hauptstützen dem Studium der Blastodermelemente des Insecteneies entlehnt wurde²⁾. Man wird es daher erklärlich finden,

1) Brandt, A., Vergl. Untersuchungen über die Eiröhren und das Ei der Insecten. Moskau. 4. 1876 (in russ. Spr.), und Brandt, A., Ueber das Ei und seine Bildungsstätte. Ein vergleichend morphologischer Versuch mit Zugrundelegung des Insecteneies. Leipzig. 8. 1878.

2) Man vergleiche Kap. VI. 3. der oben citirten deutschen Schrift. Es findet sich daselbst auch eine kritische Besprechung der einschlagenden vorhergehenden Arbeiten. Bei dieser Gelegenheit kann ich nicht umhin zu bemerken, dass trotz meines Bestrebens eine vollständige Uebersicht der bisherigen Angaben über die Blastodermbildung der Insecten zu geben, eine Quelle leider unbeachtet blieb. Es ist dies: Ganin, M., Ueber die Embryonalhülle der Hymenopteren- und Lepidopteren-Embryonen. St. Petersburg 1864, 4. (Mém. de l'Acad. de Sciences de St. Pétersbourg. T. XV. Nr. 5) p. 2.

dass der gegenwärtige Commentar gerade diese Elemente zum Gegenstande hat. Ein zweiter, gleichfalls bereits in Angriff genommener Commentar soll einige auf das Ei und die Zelle bezügliche neueste Publicationen, darunter auch einen speciell gegen die Keimbläschentheorie gerichteten Aufsatz von Stossich kritisch beleuchten.

Seit dem Erscheinen meiner Untersuchungen hat die bereits so vielfach ventilirte Frage nach dem Entstehen des Insectenblastoderms abermals zwei Bearbeiter gefunden. Es sind dies die Herren Bobretzky und Graber, von denen übrigens bisher nur ersterer seine Beobachtungen in extenso veröffentlichte. Ihre Angaben sind für die Keimbläschentheorie dermaassen von Belang, dass ich nicht umhin kann dieselben zu besprechen. Ich knüpfte dabei zunächst an die Untersuchungen des russischen Collegen¹⁾ an. Da die von Bobretzky gewonnenen Ergebnisse sich mit den meinigen nur theilweise decken, dabei in gewissen, sogar fundamentalen Fragen weit divergiren, so proponirte ich ihm mit vereinten Kräften die streitigen Punkte von neuem vorzunehmen, worauf derselbe auch bereitwilligst einging. Nichtsdestoweniger stiess die projectirte gemeinsame Arbeit auf die Schwierigkeit sich auf brieflichem Wege genügend zu verständigen. Da nun aber Bobretzky so freundlich gewesen mir nicht nur Auskunft über gewisse Fragen zu geben, sondern auch einige seiner auf Lepidopteren bezüglichen Schnitte zur Untersuchung zu überlassen, so mögen immerhin die nachstehenden Bemerkungen in einem gewissen Sinne als das Resultat gemeinsamer Bemühungen betrachtet werden. Indem ich die gegenwärtige kritische Nachlese an den Präparaten Bobretzky's veröffentliche, hoffe ich, dass derselbe seinerseits möglichst bald Musse finden möchte die versprochenen Controlluntersuchungen an den von mir studirten lebenden Objecten anzustellen, wodurch erst eine gegenseitige Annäherung oder gar vollständige Uebereinstimmung erzielt werden könnte.

Wie einzelne seiner Vorgänger, zu denen auch ich gehöre,

1) Bobretzky, N., Zur Frage über den Ursprung des Blastoderms bei den Insecten. Russisch in: Schriften der Kiewer Naturf. Gesellschaft 1878 und Bobretzky, N., Ueber die Bildung des Blastoderms und der Keimblätter bei den Insecten. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XXXI. 1878. p. 195—215, Taf. XIV.

huldigt Bobretzky der Ansicht, dass dem Auftreten des peripherisch gelegenen Blastoderms im Innern des Dotters eine Bildung resp. Vermehrung gewisser zelliger Elemente vorangeht. Es sind dies die ersten Keimzellen, welche ihrer Lage nach auch als „intravitelline“ Elemente bezeichnet werden können. Ein Theil derselben tritt darauf als Blastodermzellen an die Peripherie des Dotters, während die übrigen im Innern des letzteren verbleiben. Das Blastoderm entsteht also, — um das morphologisch Wichtige, meine Untersuchungen bestätigende noch besonders hervorzuheben — unmittelbar, ohne etwaige Mitwirkung eines sogenannten „Keimhautblastems“ (Weismann) — aus Keimelementen, welche zunächst innerhalb des Dotters, als vollständige Zellen auftreten.

Die Identität der Blastodermzellen mit den intravitellinen Elementen ist ganz vorzüglich auf einigen mir zur Verfügung stehenden Schnitten nachweisbar, welche ungefähr der Fig. 9 von Bobretzky entsprechen. Meine Fig. 1 stellt einen kleinen peripherischen Theil eines solchen Schnittes bei starker Vergrößerung dar. Der Dotter erscheint auf dem Schnitt im Ganzen farblos; nur seine Aussenschicht hat an wenigen Stellen bis zu einer geringen Tiefe eine ungleichmässige Carmintinctur angenommen. (Besser, wenn auch immerhin noch recht unregelmässig, erscheint der Dotter in den späteren Stadien angehörigen Präparaten tingirt. Es findet dieser kleine Mangel hier deshalb ausdrückliche Erwähnung, weil es den Unterschied in der Colorirung zwischen Fig. 1—2 und den übrigen erklären soll. Die Verschiedenheit der Färbung der Figuren beruht also nicht etwa auf einer verschiedenen Mischung des Dotters. Die durch weite, der Tinctionsflüssigkeit Zutritt lassende Spalten getrennten Dotterballen späterer Stadien sind, selbstverständlich, schon an sich leichter als eine zusammenhängende, compacte Dottermasse zu färben.) Mit dem im Präparat von Fig. 1, wie gesagt, ungefärbten Dotter contrastiren die darin suspendirten, rosenrothen Elemente um so lebhafter. Ganz zutreffend schildert unser Autor die verschiedenartige Gestalt der intravitellinen Keimzellen mit ihren bald kurzen und breiten, bald langen, fadenförmigen Fortsätzen, welche sogar mit denen der Nachbarzellen anastomosiren. Neben vollständig sichtbaren Zellen zeigen die Präparate auch vielfach isolirte, der Länge oder der Quere nach durchschnittene Fortsätze, theils als röthliche Flecke, theils als längere Stränge oder Fäden. Die im Dotter als

einer Grundsubstanz zerstreuten Elemente erinnern Bobretzky mit Recht an ein reticuläres Bindegewebe. Hingegen trifft es nicht ganz zu, wenn unser Autor die Kerne der intravitellinen Elemente schlechtweg als rundlich bezeichnet. Ich finde sie nämlich nur in selteneren Fällen rundlich, meist jedoch durchaus unregelmässig-amöboid gestaltet. Diese Kerne erscheinen dunkler, als das zugehörige Protoplasma tingirt. Eine noch intensivere Färbung kommt den gleichfalls amöboid gestalteten Kernkörperchen zu. Letztere sind übrigens meistentheils nur schwer wahrnehmbar, und zwar wegen der unregelmässig höckerigen Gestalt des Kernes sowohl, als auch ihrer eigenen zerflossenen Umrisse wegen.

Nach früheren durch die Präparate unseres Forschers bestätigten Untersuchungen unterliegt es wohl kaum einem Zweifel mehr, dass, wie oben erwähnt, eine gewisse Anzahl der soeben besprochenen Elemente sich an die Peripherie des Dotters begiebt, um hier das Blastoderm zu bilden. Eine Frage von untergeordneter Bedeutung ist es, ob hierbei die ausgetretenen Elemente die Oberfläche des Dotters überragen (Kowalewsky, Bobretzky) oder ob sie sich nur bis an dieselbe heranschieben. In den von mir (l. c.) untersuchten lebenden Insecteneiern war entschieden Letzteres der Fall. Vielleicht trifft dasselbe Verhältniss übrigens auch für *Pieris* zu. Beim Schälen der nach Bobretzky's Methode in heissem Wasser geronnenen Eier, beim nachträglichen Härten, Einbetten und Schneiden derselben konnten nämlich leicht manche der Blastodermelemente herausgefallen, und so der thatsächlich an den Präparaten vorhandene festonnirte Saum entstanden sein. In der That finde ich an diesen Präparaten Stellen, wo die Keimzellen zwar endgültig zum Blastoderm zusammengefügt sind, die benachbarte Dotteroberfläche jedoch nicht überragen (Fig. 1, a). Ferner erweisen sich die den Rand des Dotters überragenden Zellen an ihren Seitenflächen zum Theil mit Dotterresiduen belegt. Endlich erscheint die Dotteroberfläche zwischen zwei benachbarten vorspringenden Blastodermzellen meist nicht etwa glatt, sondern rauh, wie lädirt. Mögen nun aber diese Gründe dafür sprechen, dass auch bei *Pieris* die aus der Tiefe des Eies auftauchenden Blastodermelemente nur bis gegen die Oberfläche des Dotter gedrängt werden, wobei Reste von Dottersubstanz zwischen ihnen liegen blieben, so könnten immerhin bei gewissen andern Insecten die Blastodermelemente ganz ausserhalb des Dotters zu liegen

kommen. In diesem Falle muss letzterer jedenfalls durch eine vorhergehende Contraction und ein Herauspressen von Serum Platz unter der Dotterhaut schaffen.

Mit dem Heransteigen von intravitellinen Keimzellen an die Oberfläche des Dotters soll nach Bobretzky eine wichtige Veränderung in deren äusserer Gestaltung stattfinden: das Protoplasma zieht seine Fortsätze ein, wodurch die Zellen ihre frühere sternförmige Gestalt in eine kugelige verändern (l. c. p. 201). Nichts desto weniger lehrt ein Blick auf meine Figur 1, dass die an die Peripherie getretenen Elemente ihre amöboide Beweglichkeit keineswegs eingebüsst haben. (Dasselbe gilt auch für ihre Kerne.) Noch besser erhellt dies aus Fig. 2, einer Ansicht des werdenden Blastoderms en face. Erst ein dichtes Zusammenhängen der Blastodermelemente mag in Folge des gegenseitigen Druckes ihr amöboides Spiel hemmen.

Bei der gegenwärtigen Veranlassung drängt sich die Frage auf, wodurch wohl das Emporsteigen der Keimelemente an die Peripherie des Dotters bedingt sein könnte. Wandern dieselbe etwa lediglich Dank ihrer amöboiden Beweglichkeit gegen die Peripherie? Schwerlich: denn erstens habe ich bei *Donacia* und einer Phryganide doch gar zu deutlich das Hervorquellen kugelförmiger Zellen verfolgen können, und zweitens, dürfte es nicht einzusehen sein, woher die amöboide Bewegung sich mit einer solchen Consequenz in einer genau bestimmten centrifugalen Richtung vollzieht, und woher der Wandertrieb an die Peripherie des Dotters, man möchte sagen urplötzlich, ganze Schaaren von Elementen ergreift. Die fortschiebende Ursache scheint also ausserhalb der Keimzellen zu liegen, welche sich trotz ihrer notorisch amöboiden Beweglichkeit im gegebenen Falle passiv verhalten. Das Nähere gehört ins Bereich der Hypothesen. Als eine solche liesse sich aufstellen, dass der bekanntlich contractile Dotter — etwa durch die in ihm so zahlreich suspendirten, mit Pseudopodien besetzten Elementen zu erhöhter Contraction angeregt, — sein Streben nach dem möglichst kleinen Raum offenbart und die Elemente als *corpora aliena* hervorpresst. Mit dieser Vorstellung scheint auch die bekannte Thatsache zu stimmen, dass in oblongen Eiern die ersten Blastodermzellen an den Eipolen, also in der Richtung der längsten Contractionsaxe auftreten. Da die Contraktionen des Dotters auf seine eigene centrale Masse so ziemlich

gleichmässig von allen Seiten einwirken müssten, so erscheint es bei der gegebenen Hypothese begreiflich, warum nur die mehr peripherischen intravitellinen Keimzellen hinausgepresst werden, die übrigen mehr centralen aber im Dotter zurückbleiben. Hoffentlich lässt sich die Ursache des Hervorquellens der Keimzellen endgültig auf experimentellem Wege entscheiden.

Bobretzky (l. c. p. 199, Fig. 1—5) war so glücklich unter anderen auch solche Eier zu erhalten, in denen sich, — nach der Besichtigung aller angefertigten Durchschnitte zu urtheilen, — im Ganzen erst zwei oder nur einige wenige intravitelline Keimzellen befanden. Er bestätigt daher mittelst der Schnittmethode das successive Auftreten und die allmälige Vermehrung dieser Elemente. Untersuchungen über den ersten Ursprung derselben zu machen hat er jedoch keine Gelegenheit gefunden. Wenn er nichts desto weniger gegen den von mir aufgestellten und, — wie wir weiter unten sehen werden, — nunmehr auch von Graber acceptirten Ursprung der Keimzellen vom Keimbläschen plädirt, so geschieht dies wohl mehr auf Grund der herkömmlichen Anschauungen. Und in der That giebt er nur eine einzige kritische Bemerkung zu meinen Argumenten; indem er (p. 208) darauf hinweist, dass die von mir angenommene vollständige Aehnlichkeit zwischen den Keimzellen und dem Keimbläschen aus folgenden Gründen nicht zutreffen dürfte. Die Keimzellen wären nämlich, im Gegensatz zum Keimbläschen, unregelmässig, meistens sternförmig gestaltet und besäßen einen rundlichen Kern, während ich diese Elemente, in Uebereinstimmung mit dem Keimbläschen, angeblich „stets als helle, rundliche, scharf contourirte Bläschen (?) mit einem dunklen amöboiden Kern im Innern“ zeichne. Sehen wir zu in wie weit diese sachlich gehaltene Bemerkung zutrifft und in wie weit sie etwa hinfällig sein dürfte. Nichts ist naturgemässer, als dass an lebenden, ungefärbten, im optischen Durchschnitt betrachteten Eiern von den amöboiden Keimzellen die im gegebenen Moment rundlichen deutlicher als die unregelmässig gestalteten hervortreten mussten und daher von mir auch meist abgebildet wurden. Aus diesem Grunde möchten die amöboid geformten auch von den früheren Forschern übersehen worden sein. Uebrigens habe ich selbst an der amöboiden Beweglichkeit der in Rede stehenden, von mir als Descendenten des, wenigstens periodisch, gleichfalls amöboiden Keimbläschen keineswegs gezweifelt, sondern erwähne ihrer

vielmehr ausdrücklich (Ueber das Ei, p. 125). In seinem oben citirten russischen Aufsatz bezeichnet Bobretzky die intravitellinen Zellen nicht, wie im deutschen, kurzweg als unregelmässig gestaltet, sondern sagt vielmehr nur, sie hätten eine überaus verschiedene, gewöhnlich sternförmige Gestalt. Eine, wenigstens gelegentliche, runde, hat er um so weniger ausschliessen können, als er selbst eine solche abbildet (Fig. 2, 5, 9) und sowohl die an die Peripherie des Dotters steigenden (p. 201), als auch die innerhalb des Dotters verbleibenden (p. 206) später ihre Fortsätze einziehen lässt. Sind die amöboid-sternförmigen intravitellinen Zellen auf Bobretzky's Präparaten in der Majorität, während sie an den meinigen in der Minorität waren, so könnte dieser principiell unwichtige Umstand ferner vielleicht auch durch die Verschiedenheit der Untersuchungsobjekte oder irgend welche äussere Umstände (Temperaturdifferenz?) erklärt werden. (Das von Bobretzky, behufs einer vorläufigen Gerinnung des Eihaltens, angewandte warme Wasser konnte möglichenfalls die Bildungselemente zu erhöhter amöboider Thätigkeit angefacht haben. Nach dem angeführten Citat zu urtheilen, erklärt sich unser Verfasser ferner gegen meine Darstellung des Kerns der intravitellinen Zellen als amöboiden Körpers. Er meint, der Kern wäre rundlich, eine Angabe, welcher ich auf Grund von Bobretzky's eigenen Präparaten (s. meine Figg. 1, 2) nicht beipflichten kann, auf den mir vorliegenden Präparaten fällt es sogar schwer bloß hin und wieder einen rundlichen Kern zu finden. Zudem wurde von mir an lebenden Präparaten der amöboide Gestaltenwechsel der Kerne auf's Ueberzeugendste constatirt. — Man dürfte hieraus die Unhaltbarkeit der soeben besprochenen Einwände gegen den muthmaasslichen Ursprung der Blastodermelemente vom Keimbläschen ersehen. Abgesehen von andern, in meiner Schrift über das Ei genauer dargelegten Argumenten zu Gunsten dieses Ursprungs, halte ich daher auch an dem Zusammenhang der Keimzellen mit dem Keimbläschen auf Grund ihres Habitus, ihrer morphologischen Zusammensetzung und ihres optischen Verhaltens fest. Lebende, in Hühnereiweiss untersuchte Ovarialröhren viviparer Aphiden scheinen mir nach wie vor (l. c. Taf. IV, Fig. 104—108) eine besonders gute Bürgschaft hierfür zu geben.

Morphologisch interessant sind jene Ballen, in welche bekanntlich bei vielen Insecten der Dotter früher oder später zerfällt. Bobretzky hält dieselben für echte (also einfache, pri-

märe), den intra- und extravitellinen Keimzellen gleichwerthige Gebilde, während ich in denselben zusammengesetzte oder secundäre Zellen, also Elemente erblicke, welche, gleich dem ganzen Ei, morphologisch eine Stufe über den Keimzellen stehen.

Bei den von unserm Verfasser untersuchten Lepidopteren beginnt die Dotterballung, wie bei so vielen andern Insecten, erst nach dem Auftreten des Keimstreifs. Alsdann sollen die ziemlich gleichmässig im Dotter verbreiteten intravitellinen Keimzellen keine Fortsätze mehr zeigen (l. c. Fig. 10), ihre rundlichen Kerne stark mit Carmin tingirt und daher deutlicher als der sie umgebende hellrothe Protoplasmahof erscheinen. „Bei weiterer Entwicklung zerfliesst, so zu sagen, solcher Protoplasmahof immer mehr und mehr in dem umgebenden Dotter und erscheint auf Durchschnitten als ein röthlicher Fleck, welcher einen immer grösseren Bezirk des Dotters um den Kern einnimmt, bis endlich der einem jeden Kern gehörende Theil des Dotters sich von dem benachbarten als ein Dotterballen ganz absondert (p. 206).“ An und für sich hätte ich nichts dagegen mit Bobretzky anzunehmen, dass die intravitellinen Elemente auf dem seiner Fig. 10 entsprechenden, der Dotterballung vorangehenden Stadium ohne Pseudopodien seien, sich also im Zustande der Ruhe befinden. Doch möchte ich hierbei als Frage aufwerfen, ob nicht diesem Ruhestadium, wie sonst so häufig bei Elementarorganismen, ein Stadium erhöhter Thätigkeit folgt? Letzteres könnte sich naturgemäss durch ein amöboides Zerfliessen des Zellprotoplasmas äussern. Hat Bobretzky vielleicht gerade ein solches gemeint? Jedenfalls müsste das von ihm angenommene Zerfliessen ein derartiges sein, dass eine Deutoplasmasphäre entweder amöboid vom Protoplasma verspeist oder anderweitig ihm beigemischt (eingelagert) wird, denn nur auf diese Weise konnten die Dotterballen den intravitellinen Elementen als echte Zellen gleichwerthig sein. Wie dem auch sei, es wollte mir nicht gelingen, mich mit diesem oder einem dem erwähnten ähnlichen Modus der Dotterballung zu befreunden, und ich sehe mich vielmehr nach wie vor nicht im Stande, die Dotterballen für einfache, den intravitellinen homologe Zellen zu halten. Das Warum will ich versuchen hier des Näheren auseinanderzusetzen. Doch hören wir zunächst was Bobretzky über die ausgebildeten Dotterballen sagt.

„Die ganz ausgebildeten Dotterballen haben eine rundliche oder des gegenseitigen Druckes wegen polygonale Form und sind von einander ganz abgetrennt, so dass sie auf den Durchschnitten bedeckt herausfallen“. . . . Bei *Pieris* lassen sie einen hellen, von den Dotterbläschen freien, rundlichen **Centralraum** sehen, im Innern dessen sich ein dunkelrother Kern, selten zwei, findet. Bei starker Vergrößerung bemerkt man eine den Kern umgebende, sehr dünne Protoplasmaschicht, von welcher äusserst feine, fadenförmige Fortsätze bis an die von Dotterbläschen angefüllte periphere Schicht der Dotterkugel, wo sie sich verlieren, mehr oder weniger radiär verlaufen.“ (p. 207. Zur Illustrirung dieser Angaben mag besonders meine Fig. 4 dienen.) Wäre — wie es Bobretzky offenbar will — bei der Entstehung der Dotterballen das Protoplasma der betreffenden intravitellinen Zellen, so zu sagen, in der sie umgebenden Dottersphäre aufgegangen, so erschiene es morphologisch befremdend, dass im Innern der Dotterballen noch eine besondere den „Kern“ umgebende, wenn auch dünne, immerhin unvermischte Protoplasmaschicht vorhanden ist. (Wie selbstverständlich, konnte unser Autor diese Schicht nicht für das ganze ursprüngliche Protoplasma, sondern nur für einen kleinen Theil desselben halten.) Was der „Centralraum“ für ein Gebilde sei, darüber liess uns der Verfasser im Unklaren. Auf eine des bezügliche Anfrage schreibt mir derselbe wie folgt: „Als ich zum ersten Mal Durchschnitte von Eiern mit vollständig ausgebildeten Dotterballen erhielt, war ich, wie ich gestehen muss, einige Zeit in Bezug auf die Deutung des später von mir Centralraum benannten Theiles unschlüssig. Ich dachte, ob wir nicht im gegebenen Falle eine doch differenzirte Kernform (im Sinne von Auerbach und Hertwig) mit einer grossen, mit Kernsaft angefüllten Höhle vor uns hätten. Nach Durchmusterung einer grossen Anzahl sehr dünner Schnitte, in welchen der Centralraum immer als Höhlung ohne selbstständige, als Kernmembran zu deutende Wandungen erscheint, kam ich zu dem Schlusse, der Centralraum bilde eigentlich nicht einen Theil des Kerns, sondern der Zelle selbst, er sei mithin eine mit einer wässerigen Flüssigkeit, etwa in der Art des sogen. Zellsaftes, angefüllte Höhlung im Protoplasma. Bei dieser Meinung verharre ich auch gegenwärtig.“ Mit dieser Argumentation als solcher dürften sich die meisten Fachgenossen schon deshalb nicht einverstanden

erklären, weil es misslich scheint, einer Membran eine histomorphologisch so entscheidende Bedeutung beizumessen; kennen wir doch Kerne sowohl mit, als auch ohne Membran; zudem dürften die hüllenlosen sogar die häufigeren sein. Wäre der „Centralraum“ eine blosse Höhlung im Protoplasma, so müssten die denselben durchziehenden fadenförmigen Fortsätze nebst der zugehörigen, „den Kern umgebenden, sehr dünnen Protoplasmaschicht“ nicht dunkler, sondern gleich intensiv wie die angeblich die Hauptmasse des Protoplasmas enthaltende Dottersphäre tingirt sein, mithin, ihrer Dünne wegen, sogar heller erscheinen. Ferner müssten, falls der „Centralraum“ eine Vacuole wäre, die „Protoplasmaschicht“ nebst den Fäden ebenso wie die äussere, angeblich die Hauptmasse des Protoplasmas enthaltende Sphäre der Dotterballen von Dotterkörnchen durchsetzt sein, was sie nicht sind.

In den mir gütigst zugeschickten, den Figg. 19 und 18 des Verfassers entsprechenden Präparaten sind die Dotterballen bereits vollständig ausgebildet, erscheinen rund oder nur rundlich, bisweilen wurst- und birnförmig. Sie liegen nur lose nebeneinander, sind nur zum Theil durch gegenseitigen Druck abgeplattet, ein Verhalten, welches wohl durch eine Schrumpfung zu erklären sein mag, da in lebenden Insecteneiern die Dotterballen dicht gedrängt und polyedrisch abgeplattet zu sein pflegen. Die Dotterkörnchen erscheinen in Wirklichkeit relativ bedeutend grösser, als ich sie absichtlich in meinen Figuren dargestellt habe. Bald im Centrum, bald mehr oder weniger excentrisch befindet sich in den Dotterballen dasjenige Gebilde, welches Bobretzky „Centralraum“ nennt (Fig. 3—8 p.). Seine Umrisse bilden nirgends eine ganz glatte Kreislinie, sondern sind meist unregelmässig gezähnt, geschlitzt, mit einem Wort, amöboid; was entschieden gegen eine Deutung des „Centralraums“ als Vacuole spricht. An erfolgreich tingirten Abschnitten der Präparate ist der „Centralraum“ deutlich rosenroth gefärbt, was wiederum gegen eine Vacuole stimmt. Der „Centralraum“ erscheint entweder homogen und klar oder ist stellenweise mit einzelnen Dotterkörnchen oder Anhäufungen derselben durchsetzt. (Diese sich auch in den Blastodermzellen wiederfindenden Körnchen könnten leicht durch die amöboiden Bewegungen der intravitellinen Elemente aufgenommen worden sein.) Die grössere oder geringere Deutlichkeit der „Centralräume“ hängt ganz offenbar mit der Güte der betreffenden Präparate zusammen.

In manchen Ballen sind sie nur schwer oder auch gar nicht sichtbar. Dafür ragen an einem Paar geplatzter Dotterballen die sog. „Centralräume“ deutlich als scharf begrenzte Gebilde hervor (Fig. 5 und 6). Auch dieser Umstand spricht dafür, dass wir es mit einem compacteren Körper zu thun haben. — Nicht selten findet man in den Dotterballen statt eines, zwei, drei und mehr „Centralräume“ nebst Kernen (Fig. 8, 9, 10). In einem derselben zählte ich ihrer mindestens sieben. Bobretzky zeichnet in manchen der Dotterzellen zwei, hin und wieder auch drei „Centralräume“. Aehnliche Bilder veranlassten ihn (p. 207) von Theilungsstadien, resp. einer späteren Vermehrung der Dotterballen zu reden. Weit davon entfernt die Möglichkeit einer ähnlichen Vermehrung zu leugnen (Fig. 7, 8), erlaube ich mir darauf hinzuweisen, dass bei dem bisher, unter Anderen auch von mir, acceptirten Modus der Dotterballung von Hause aus in einen Ballen eine grössere Anzahl von intravitellinen Elementen gerathen und gelegentlich auch verbleiben kann.

Jenes Gebilde, welches Bobretzky als „Protoplasmaschicht“ bezeichnet, pflegt, wie oben bereits beiläufig erwähnt, bedeutend stärker, als der „Centralraum“ tingirt zu sein. Die oben citirte Beschreibung der „Protoplasmaschicht“ (meine Fig. 4 k) trifft nicht immer ganz zu, denn wir vermissen an derselben meist die langen bis gegen die Peripherie des „Centralraums“ reichenden fadenförmigen Fortsätze und finden statt dessen gewöhnlich nur kurze Höcker oder stachelige Pseudopodien. Nicht selten fehlen auch diese und ist die „Protoplasmaschicht“ alsdann rundlich-eckig oder rund gestaltet.

Gleich der „Protoplasmaschicht“ ist auch der von ihr umschlossene, noch intensiver von Carmin imbibirte „Kern“ (k k) unseres Autors ein sehr mannigfach gestaltetes Gebilde: bald rundlich, bald mehr oblong, bald diffus-sternförmig. Beide, „Protoplasmaschicht“ wie „Kern“, sind im Leben entschieden in hohem Grade amöboid beweglich gewesen.

Stellen wir nach dieser Detailbeschreibung der Dotterballen nochmals an den Originalpräparaten von Bobretzky (s. meine Figg.) einen Vergleich dieser Dotterballen mit den ursprünglichen intravitellinen Zellen an, so können wir kaum umhin eine etwaige morphologische Gleichwerthigkeit dieser mit jenen zu negiren. Die letztgenannten Zellen, (resp. auch die Bla-

stodermelemente) scheinen mir nämlich ganz entschieden nicht den ganzen Dotterballen, sondern blos ihren „Centralräumen“ zu entsprechen. Die correspondirenden Gebilde besitzen dieselbe Grösse, bei runder oder rundlicher Gestalt etwa 0,022 mm. im Durchmesser, bei einem Kern von 0,008 mm. Auch der ganze Habitus, die Zahl der Componenten sind dieselben. Die „dünne Protoplasmasschicht“ der Dotterballen ist mit dem Kern, der sog. „Kern“ mit dem Kernkörperchen der Keimzellen identisch. Durch die Dotterballung werden also die intravitellin verbleibenden Keimzellen einfach, ohne jegliche sonstige Veränderung von Dottersphären umgeben und nehmen dadurch allerdings den Charakter von Kernen (Furchungskernen) an. Hiermit stimmen auch ziemlich zahlreiche, von Bobretzky unberücksichtigt gebliebene, den Dotterballungsprocess der Insecten betreffende frühere Beobachtungen überein. — Zunächst sei daran erinnert, dass die Dotterballung durchaus keine allen Insecten ohne Ausnahme zukommende, also eine physiologisch offenbar nicht wesentliche Erscheinung ist. So vermissen wir sie z. B. bei *Hydrometra*, *Coraxa*, *Lecanium*, *Aspidiotus* ¹⁾. Auch bei einer *Mystacides*-Art (wahrscheinlich *M. nigra*) fehlt sie, während sie bei der systematisch ihr so nahe stehenden *Phryganea grandis* vorhanden ist ²⁾. Schon hieraus dürfte zu schliessen sein, dass mit der Dotterballung wohl kaum eine so eigenthümliche und wesentliche Alteration der intravitellinen Elemente verknüpft sein dürfte, wie dies Bobretzky wähnt. An lebenden Libelleneiern lässt es sich u. A. deutlich verfolgen, wie am Dotter unregelmässige Spalten und Risse auftreten, welche sich fortwährend vergrössern. Ferner tritt die Dotterballung bei verschiedenen Insecten bald früher, bald später ein. Bei *Clothilla* fand ich in einem noch in der Eiröhre liegenden und daher unbefruchteten, mit einem ziemlich deutlichen Keimbläschen ausgestatteten Ei den Dotter bereits in Ballen gespalten (Ueber das Ei p. 147, Fig. 15). Mag hier eine normale oder nur abnorme Erscheinung vorgelegen haben, gleichviel, es zeigt uns das betreffende Ei zur Genüge, dass die Dotterballung ein von den intravitellinen

1) Brandt, A., Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Libelluliden und Hemipteren. St. Petersburg 1869. 4. p. 5.

2) Zaddach, G., Untersuchungen über die Entwicklung und den Bau der Gliederthiere. Berlin 1854. 4. p. 64.

Elementen dem Wesen nach unabhängiger Process ist. Dohrn, welcher vor nicht langer Zeit eine ganz besondere Aufmerksamkeit auf die eben erwähnten Elemente gerichtet hatte, fand dieselben nicht immer innerhalb, sondern bisweilen auch zwischen den Dotterballen liegen. Dass sich hierbei die interstitialen Elemente von den intraglobulären unterschieden hätten (wie aus Bobretzky's Bildungsmodus der Dotterballen zu schliessen wäre), erwähnt Dohrn nicht. Nach Uljanin geht bei gewissen Poduren der Bildung des Blastoderms eine regelmässige Zerklüftung des Dotters (Dotterfurchung) voran. Nach Maassgabe der Bobretzky'schen Daten könnten wohl kaum nachträglich unveränderte Blastodermzellen aus den Dotterballen hervortreten. Ferner dürfte es sehr schwierig sein die so regelmässige, successive Furchung des Podurendotters mit der Auffassung von Bobretzky in Einklang zu bringen. — Dieser Erwägungen ungeachtet erscheint übrigens die, allerdings blos hypothetische Annahme von Bobretzky (p. 212), dass den im Innern des Dotters verbleibenden Keimzellen eine active Rolle bei der Bildung der Dotterballen zukomme, nicht absolut verwerflich. Meinen früheren Erwägungen (Ueber das Ei p. 147) treu, halte ich nämlich zwar nach wie vor die Theilung des Dotters (mag sie unter der regelmässigen Form einer Dotterfurchung oder der unregelmässigen einer Dotterballung auftreten), und die Theilung des Keimbläschens und seiner Descendenten für zwei ihrem Ursprunge nach von einander unabhängige Vorgänge, welche allerdings häufig in eine mehr oder weniger, zum Theil sehr intime Wechselwirkung treten¹⁾. So dürften die anfangs häufig nur unregelmässigen, krampfhaften, nicht gehörig energischen spontanen Contractionen des reifen Eidotters so mancher Thiere sich erst dadurch bis zu einem Zerfall des Dotters steigern, dass der letztere von den sich in ihm ausbreitenden Pseudopodien des Keimbläschens, resp. der Furchungskerne, gereizt (gleichsam gekitzelt) wird. Uebrigens tangiren uns diese Fragen hier weniger. Ich

1) Theilung des Keimbläschens und Dotterfurchung dürften im gesammten Thierreiche etwa in einem ähnlichen Zusammenhange stehen, wie Ovulation und Menstruation bei den Säugethieren: (Mayrhofer, C., Sterilität, Entwicklungsfehler und Entzündungen des Uterus in Pitha und Billroth's Handbuch der allgemeinen und speciellen Chirurgie. Stuttgart 1878. Bd. IV. 2. Lieferung p. 11.

gehe daher nicht weiter auf sie ein und fasse zum Schluss das in Veranlassung der Untersuchungen von Bobretzky Mitgetheilte zusammen.

Die Dotterballen der Insecteneier entsprechen morphologisch nicht den Keimzellen, sondern sind Elemente höherer Ordnung. Sie entstehen keineswegs durch ein Zerfliessen oder Aufgehen des Protoplasmas der intravitellinen Keimzellen in der benachbarten Dottermasse oder — was dasselbe ist — durch **Einlagerung** von Dottersubstanz ins Protoplasma dieser intravitellinen Zellen, sondern durch **Umlagerung** derselben mit einer Dottersphäre. Demnach wären die Dotterballen, in Uebereinstimmung mit dem Ei und im Gegensatz zu den Keimzellen, keine primären Zellen (*Cellulae primariae* s. *Cyta*), sondern secundäre (*C. secundariae* s. *Metacyta*).

Fanden sich in der Arbeit von Bobretzky neben wesentlichen Bestätigungen meiner Untersuchungen auch wichtige Negationen, so stimmen die Mittheilungen von Graber¹⁾ in den wichtigsten Punkten um so vollständiger überein. An Eismitteln verschiedener Insecten (*Lina*, *Pyrrhocoris*, Schmetterlinge) constatirte dieser Forscher, dass die vor der Anlage des Blastoderms im Innern des Dotters verbreiteten Keimzellen eine ausgesprochen amöboide Gestalt besitzen und ferner einen relativ sehr grossen Kern mit zahlreichen Kernkörperchen und ein kuchenartiges, mit strahligen und oft netzartig verbundenen Fortsätzen versehenes Protoplasma aufweisen. Manche dieser Nacktzellen stehen durch pseudopodienartige Ausläufer mit einander in Verbindung und bilden förmliche Netze. Nach Graber liefern diese Zellen die Blastodermelemente und sind wie auch ich es annehme, „wahrscheinlich Theilungsproducte des Keimbläschen“, eine Auffassung, welcher er auch in seiner genealogischen Tabelle (p. 634) Ausdruck verleiht. Auch den Dotterballungsprocess fasst er genau so, wie ich es thue, auf, d. h. er lässt den Dotter sich im Umkreise der Keimzellen spalten und findet darauf innerhalb der Dotterballen die früheren Keimzellen unverändert wieder. — Mit

1) Graber, V., Vorläufige Ergebnisse einer grösseren Arbeit über vergleichende Embryologie der Insecten. Arch. für mikrosk. Anatomie Bd. XV. (1878) p. 630—640.

Spannung sehe ich den angekündigten ausführlichen, diese Resultate motivirenden Mittheilungen des Verfassers entgegen.

St. Petersburg im Mai 1879.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel IV.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf Eisschnitte von *Pieris crataegi* und sind nach Originalpräparaten des Prof. Bobretzky bei System IV Ocular 3 von Hartnack entworfen.

1. Peripherischer Theil eines Schnittes durch ein Ei, in welchem das Blastoderm im Entstehen ist.

2. Theil eines die Oberfläche desselben Eies tangirenden Schnittes.

3, 4. Zwei Dotterballen.

5, 6. Dotterballen, zum Theil geplatzt und mit entblösster intravitelliner Zelle.

7. Zwei einander dicht anliegende Dotterballen, lebhaft an die beiden ersten Furchungskugeln mancher Thiere (z. B. *Limnaeus*) erinnernd.

8. Dotterballen mit zwei hochgradig amöboid zerfetzten Zellen, von denen eine sich mit den Pseudopodien bis an die Peripherie des Ballens erstreckt; — vielleicht ein Theilungsstadium des Dotterballens.

9, 10. Dotterballen mit mehrfachen intravitellinen Zellen.

Ueber das unioorneale Tracheaten- und speciell
das Arachnoideen- und Myriopoden-Auge.

Von

V. Graber.

Hierzu Tafel V, VI und VII und ein Holzschnitt.

Nächst Joh. Müller's, Leydig's und M. Schultze's grundlegenden Arbeiten bezeichnet das wohl allseits mit Ungeduld erwartete ausführliche Prachtwerk von Prof. Grenacher hinsichtlich der Erkenntniss der Arthropodenaugen und zwar, das Entwicklungsgeschichtliche ausgenommen, nach den verschiedensten Richtungen hin, unstreitig einen der grössten Fortschritte und die darin angeregten Fragen und angedeuteten Lücken werden zweifelsohne auch zu neuen Forschungen wirksame Anregung geben.

Dass Letzteres aber grade bei mir der Fall war, erklärt sich daraus, dass ich mich bereits i. J. 1875 eingehender mit der feineren Anatomie der Arachnoideen und speciell auch der Scorpioniden-Augen beschäftigte und schon nach der ersten Durchsicht des Grenacher'schen Opus sofort erkannte, dass meine einschlägigen Zeichnungen von der Darstellung des genannten Forschers in einigen und zwar grade in sehr wesentlichen allgemeinen Verhältnissen abweichen.

Dies bewog mich den Gegenstand neuerdings sorgfältig durchzuprüfen, wobei, des Vergleiches wegen, auch ein Paar Spinnen sowie die von Grenacher bekanntlich völlig unberücksichtigt gelassenen und überhaupt sehr vernachlässigten Myriopoden zur Untersuchung herangezogen wurden.

Indem ich hinsichtlich der einschlägigen älteren Literatur auf das Grenacher'sche Werk verweise, beziehe ich mich ausschliesslich nur auf jene Arbeiten, die mit den hier zu behandeln-

den allgemeineren Fragen in unmittelbarem Zusammenhang stehen*), und schicke, da es zu keiner besonderen Besprechung der Myriopoden-Augen kommt, noch voraus, dass letztere in den wesentlichsten Punkten mit den Ocellen der Arachnoideen und den sog. Stemma's der Hexapoden übereinstimmen.

Aeussere Cuticula, Cornea-Linse.

Aus Grenacher's sowie aus unseren Abbildungen (Fig. 4 und 22) geht evident hervor, dass die theils nach Aussen theils nach Innen ausgebogenen Cornea-Lamellen (c-l, aCu) continuirliche Fortsetzungen der allgemeinen Cuticularstraten sind, die am eingeschnürten Rande der Linse meist zu dünnen Platten zusammenschwinden, während sie in der Mitte zu dicken Balken anschwellen. Ob gewisse Linsenlamellen und namentlich die untersten vielleicht ohne Zusammenhang mit denen der Umgebung entstehen, d. h. ob die Linse vielleicht nach Innen auch völlig selbständige Schichten ansetzt, bleibt noch festzustellen.

Bezüglich der Corneaschichtung bei Phalangium, von welcher man nach Grenacher (p. 41) wenigstens bei mässiger Vergrösserung „Nichts wahrnimmt“, sei bemerkt, dass ich dieselbe (nach Kalilaugebehandlung) schon mit Zeiss C. sehr deutlich unterscheide. Eine auffallend grobe Schichtung fand ich (Fig. 21, 22) an der verkalteten Cornealinse von Julus. Bei *Vespa crabro* erwähnt und zeichnet (Fig. 31) Grenacher zwischen den inneren Linsenschichten eine grössere Zahl von Spalträumen, die er für Kunstproducte (beruhend auf Gerinnung und Volumsveränderung) ansieht. Eine ähnliche Klüftung zeigen auch mehrere Linsenschnitte von *Buthus* (Fig. 13 h) und der Umstand, dass die betreffende nahe der Oberfläche gelegene weite Höhle von senkrecht zur Oberfläche verlaufenden Plasmafäden oder Zellfortsätzen durchzogen ist, welche mit denen der weiten Poren

*) 1) Fr. Leydig, Zum feineren Bau der Arthropoden. Müller's Archiv f. Anat. und Phys. 1855; 2) Lehrbuch d. Histologie 1857; 3) Das Auge der Gliederthiere, Tübingen 1864; 4) Tafeln zur vergl. Anatomie, Tübingen 1864; 5) H. Grenacher, Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden 4^o 188 S. mit 11 Tafeln Göttingen 1879.

identisch sind, zeigt zur Genüge, dass dieser Sprung factisch nur auf eine durch die Härtung erzeugte Zusammenziehung der inneren Linsenschichten zurückzuführen ist. An den Mittel- und Seitenaugen von *Scorpio eur.* (Fig. 3 und 4) haben wir dagegen eine solche Continuitätstrennung zwischen den oberflächlichen und tiefern Schichten niemals bemerkt und müssen demnach auch Blanchard's 1) Distinction einer gesonderten Cornea und Linse (crystallin) als der Wirklichkeit widersprechend zurückweisen.

Die völlige Uebereinstimmung in der Structur der Linse mit jener der allgemeinen Cuticula zeigt sich aber ganz besonders in der Verbreitung der bekanntlich zuerst von Leydig näher studirten resp. entdeckten feinen Porenkanäle. Während nämlich Grenacher, im Gegensatz zu den Leydig'schen Angaben, p. 41 sagt: „Porenkanäle, wie sie Leydig gesehen hat, sind mir (an der Linse) nie zu Gesichte gekommen“, und demgemäss auch auf keiner seiner Abbildungen dergleichen angedeutet sind, fanden wir solche ohne Ausnahme bei allen darauf untersuchten Gliederthieren, bei den Arachnoideen- so gut wie bei den Myriopoden- und Insectenstemma's.

Bei Anwendung einer starken Immersion (Zeiss L.) und im polarisirten Licht (bei eingeschobener Glimmerplatte) zeigt ein zu diesem Zweck möglichst dünn herzustellender und in Kalilauge aufgequollener Linsen-Axialschnitt ein ganz analoges Bild wie eine quergestreifte Muskelfaser, indem die einzelnen Linsenlamellen gleich den Discs in kleine durch mehr oder weniger breite dunkle Zwischenlinien scharf von einander gesonderte starklichtbrechende Stäbchen oder Stücke zerfallen. Zu solchen Studien empfiehlt sich besonders das Integument resp. die Linse von *Julus*, da hier die senkrechte Streifung (Fig. 22) schon bei mittelstarker Vergrößerung hervortritt und der Zerfall der Cuticularlamellen in anscheinend prismatische Elemente ausserordentlich prägnant zu Tage tritt.

Bei der Einstellung auf die Linsenoberfläche sieht man hier auch, dass es sich um wirkliche durch die ganze Dicke der Cuticula sich erstreckende Poren und keineswegs bloss um schwächer

1) L'Organisation du regne animal (Arachnides) par Emile Blanchard, p. 53 und Fig. 2 pl. IV.

lichtbrechende Streifen, resp. um den Ausdruck einer Faserstructur handelt, denn die freie Fläche zeigt dasselbe „punctirte und gestrichelte“ Aussehen, wie man es an den meisten dickeren Cuticularmembranen zu finden pflegt und auf die Mündungen sehr feiner Poren zurückführt.

Hypodermis, Glaskörper, Pigmentzellen.

Von der Existenz eines besonderen bereits von Joh. Müller entdeckten, aber erst durch Grenacher zur klaren Anschauung gebrachten subcornealen und von der Retina unabhängigen Zellstratum und dessen durch die pigmentirten Rand- oder Iriszellen vermittelten continuirlichen Ueberganges in die allgemeine Hypodermis habe ich mich beim Scorpion bereits im Herbst 1875 überzeugt (Fig. 3), der Sache aber gegenüber der Leydig'schen Darstellung desshalb kein Gewicht beigelegt, weil mir das Vorkommen einer eigenen Linsen-matrix als selbstverständlich erschien.

Dass übrigens Leydig selbst der richtigen Auffassung von der Zweischichtigkeit des ocularen Weichkörpers sehr nahe war, beweist einmal die auch von Grenacher erwähnte Stelle desselben betreffs „der zelligen Zeichnung an der Innenfläche der Linse, bei der Maulwurfsgrille (3 pag. 36) und dann die andere, wo er beim gleichen Thier von einem „irisartigen Gürtel“ spricht, der sich von der Matrix der Cuticula her gegen die Linse erstreckt.

Im Uebrigen habe ich hier zu den ausgezeichneten Darstellungen Grenachers nur wenig beizufügen. Da Grenacher die Grenzconturen der Glaskörperzellen meist mit einer einfachen und nur auf Fig. 13 mit einer Doppellinie bezeichnet, könnte es scheinen, als ob diese „abgestutzt pyramidenförmigen“ Elemente überall hart aneinander lägen. Dass dies nicht der Fall ist, zeigt aber das Flächenbild von Scolopendra (Fig. 19 A). Jede Zelle besitzt hier eine selbständige scharf doppelkonturirte Wand und zwischen den einzelnen doppelramigen Feldern dieser Mosaik befinden sich z. Th. sehr beträchtliche Intercellularräume, die wohl nicht ganz auf eine Schrumpfung der Zellen durch die Härtung zurückzuführen sein möchten.

Bezüglich der Kerne der Glaskörperzellen fügen wir bei, dass sie (vgl. Fig. 14, 19 und 25) meist verhältnissmässig etwas

grösser sind, als sie auf den Grenacher'schen Zeichnungen (z. B. Fig. 22) erscheinen, gleichfalls eine deutlich doppelconturige Wandschicht besitzen (Fig. 19) und in der Regel ein besonderes Kernkörperchen erkennen lassen. Ihr Aussehen im frischen Zustand zeigt Fig. 27, gl. a.

Hinsichtlich der sog. Pigmentzellen erwähne ich zunächst, dass dieselben, wie dies Grenacher für gewisse Spinnen und Insecten angibt, auch an den Seitenaugen der Scorpione sowie bei den Myriopoden wenig entfaltet oder differenziert sind. Einen sehr distincten Pigmentzelleuring findet man dagegen an den Mittelaugen von *Buthus* (Fig. 13 Ir), und tritt diese Iris, namentlich bei der Flächenansicht des Auges von Innen und nach vorheriger behutsamer Ablösung des Retinapolsters als breites Diaphragma sehr schön hervor. An feinen Schnitten überzeugt man sich ferner, dass die Verdickung der hypodermalen Pigmentzone im Umfang der Linse keineswegs immer auf einer beträchtlichen Verlängerung der Randzellen, sondern vielmehr darauf beruht, dass letztere ihrer ganzen Länge nach, die Hypodermzellen der weiteren Umgebung aber nur am äusseren Ende pigmentirt sind. Wir haben also hier einen relativ einfachen, mehr auf die chemische als auf die morphologische Beschaffenheit gerichteten Differenzirungszustand.

Interessant ist die hypodermale Pigmentzellenzone im vordern Mittel- oder Stirnauge von *Epeira*, auf die wir auch noch später zurückkommen. Grenacher stellt die betreffenden Elemente (auf Fig. 18 A bei GK₁) als geradläufige Fasern dar, die den Kern ziemlich in der Mitte tragen. Nach meinen Präparaten (Fig. 25 pz) sind dieselben etwas anders. Man beachte einmal, dass die inneren d. h. dem Glaskörper zunächst liegenden Sförmig und die mittleren schwach sichelförmig gekrümmt sind. Auf diese Art wird es möglich, dass dieselben trotz des flügelartig nach Aussen erweiterten Raumes, in dem sie sich befinden, mit beiden Enden die zugehörige Cuticula rechtwinkelig schneiden, ein Princip, das bekanntlich in der Architektonik der Pflanzengewebe sehr allgemein herrscht. Aus der Zeichnung ersieht man ferner, dass, dem Ausbreitungsraum entsprechend, nur die äusseren resp. cornealen Enden dieser Zellen eine grössere Breite haben, während sie nach Innen, gegen die Retina, in zarte Fasern sich verschmächtigen. Ob die Kerne gerade in der Mitte liegen, kann-

ten wir nicht konstatiren, wohl aber, dass sie in manchen entschieden peripherisch situirt sind.

Eine Gegenüberstellung von Fig. 14 und 25 zeigt, dass beim Scorpion die hypodermalen Randzellen gerade die entgegengesetzte Lage einnehmen.

Hypodermale Grenzhaat und Augenhülle.

Wie u. A. auch von uns seinerzeit klargestellt wurde ¹⁾ entsteht theils durch Verschmelzung der Fussplatten der Hypodermiszellen, theils auch durch besondere Ausscheidung eine zusammenhängende innere (relativ zarte) Cuticula, die aber wohl zu unterscheiden ist von gewissen echt bindegewebigen Basalmembranen, wie ich eine solche neuerlich wieder als separaten Beleg der inneren Cuticula an den Puppen und Imago's verschiedener Schmetterlinge beobachtet habe. (Vgl. auch den einschlägigen Aufsatz in diesem Archiv Bd. X. Fig. 10).

Eine solche echt-cuticulare Grenzlage findet sich nun auch, wie es scheint, ganz allgemein am Integument der in Rede stehenden Thiere, und kann man sich, wie meines Wissens zuerst Leydig bei der Biene (4) erkannt, an dünnen Schnitten leicht überzeugen, dass diese Membran (Fig. 4 und 14 v gr) am Umfang des Stemma continuirlich auf das letztere und, in weiterer Fortsetzung, in das Neurilemm des Sehnervs übergeht, und auf diese Art also die Hülle oder Sclera des Auges bildet. Diese retinale Cuticula zeichnet auch Grenacher auf den meisten seiner Figuren und erwähnt (p. 45) speciell bei *Epeira* ausdrücklich, „dass beide Augen von einer feinen Cuticula überzogen werden, die sich einerseits nach der Hypodermis, andererseits auf den n. opticus fortsetzt“.

Wenn aber die Augenhülle wirklich eine Cuticula ist, so versteht es sich von selbst, dass auch eine besondere Matrix zugegen sein muss, welche sie absondert. Letzterer wird aber von Grenacher bei den Spinnen nirgends gedacht und geben auch die einschlägigen Zeichnungen keinerlei Andeutung derselben. Nur am Stemma von *Vespa Crabro* (Fig. 34) findet man sowohl am Neurilemm des

1) Die tympanalen Sinnesapparate der Orthopteren. Denkschr. d. Kais. Akademie d. Wissensch. Wien 1875 (vergl. insbes. Fig. 66).

Sehnervs als auch an der Sclera zahlreiche kleine (durch Hämatoxylin blau gefärbte) Kerne, und im Text (p. 60) die Bemerkung „die feine Cuticula, welche Auge und Nerv einschliesst, ist nur in letzterer Figur (34) gezeichnet, zugleich mit den Kernen, welche zu ihr gehören“, und die also wohl nur auf die Sclera-Matrix bezogen werden können.

Ausgezeichnet schön fanden wir nun letztere speciell bei *Scolopendra* (Fig. 18) nach theilweiser Auflösung des blauvioletten peripherischen Augenpigmentes durch Kalilauge. Die Sclera (sc) ist hier dick und deutlich geschichtet. Darunter sieht man dann, am deutlichsten im Anfang der Kalieinwirkung, theils runde vorwiegend aber spindelförmige ziemlich grosse Kerne (k), die sich durch Aufspeicherung des gelösten Pigmentes intensiv blau färben. Da diese Kerne der Cuticula sich eng anschmiegen, so kann es an dickeren Schnitten den Anschein gewinnen, als ob sie, wie an einer echten bindegewebigen Membran, in der letzteren selbst eingebettet wären.

Wenn übrigens Leydig (4) auf Tafel IX Figur 4 e die Augenhülle wirklich als eine bindegewebige Schicht darstellt, so scheint uns dies — abgesehen davon, dass die betreffende Strecke, wie später zu zeigen, dem Glaskörper entspricht — im Widerspruch zu stehen mit seiner so klaren und auch von uns bestätigten Darstellung auf anderen Figuren seines klassischen Tafelwerkes, wo, wenigstens an der Nervenscheide, überall eine deutliche äussere Cuticula und eine dieser innen anliegende meist pigmentirte Matrixschichte mit hellen Kernen gezeichnet ist.

Bezüglich der in Rede stehenden Grenzhaut mache ich noch speciell auf die Strecke derselben unterhalb der „Pigmentzellen“ aufmerksam. Hier stehen nämlich (Fig. 25 x) die zugehörigen Hypodermzellen z. Th. nicht senkrecht auf der genannten Haut, sondern laufen vielmehr wie man sieht, derselben parallel, und ihre Abscheidung müsste also, falls sie überhaupt eine Cuticula ist, von der Seite her erfolgen.

Praeretinale Zwischenlamelle.

So nenne ich die am Tracheatenstemma bisher völlig unbeachtet gebliebene cuticulare Membran (Fig. 14 la), welche sich als

selbstständige, jedoch mit der parietalen Sclera sowie mit der allgemeinen Grenzhaute continuirlich verbundene Schichte zwischen Glaskörper und Retina einschleibt.

Anscheinend hat zwar dieses die zwei Hauptstraten des Augenweickkörpers scheidende Septum bereits Leydig beobachtet, es lässt sich indess leicht nachweisen, dass dies nicht der Fall ist. Der vorhin erwähnte „bindegewebige Saum“ nämlich mit „den zahlreichen darunter liegenden runden Kernen“, welche Leydig speciell an der Horniss „namentlich am Vorderrand (des Auges) wahrgenommen“ (3, pag. 33) und auf seiner IX. Tafel zur vgl. Anatomie (Fig. 4 e) gezeichnet hat, kann, wie auch Grenacher (p. 62) bemerkt, nur auf den sehr dünnen Glaskörper bezogen werden, während die wirkliche Zwischenlamelle hier von kaum messbarer Dicke ist und keinerlei Kerne enthält.

Dass aber auch Grenacher diese Membran entgangen ist, beweist schon die angezogene Stelle (p. 62), wo er Leydig's Ansicht, nach welcher sich die retinale Hüllmembran „auch über die Vorderfläche der Retina hinüberschlägt“, als „irrhümlich“ bezeichnet, sowie die Darstellung auf seinen Zeichnungen, auf die wir kurz eingehen müssen.

Während dieser Forscher bekanntlich die Retinaelemente im Larvenauge von *Dytiscus* u. A., nur als etwas aus der Reihe der Hypodermiszellen ausgetretene resp. nach Innen gerückte oder versenkte Gebilde hinstellt, macht er hinsichtlich des Spinnen- und des imaginalen Insectenstemmas schon in der Einleitung (p. 40) eigens darauf aufmerksam, dass hier die Retina ganz „aus dem Verband (der Hypodermis) ausgeschieden ist“ und sagt dann speciell bei Phalangium (p. 41) noch ausdrücklich: „auf Schnitten kann man immer mit vollster Sicherheit die hintere Abgrenzung des Glaskörpers als eine sehr scharfe vor den Stäbchenenden gelegene Linie nachweisen.“

Dass Grenacher aber unter dieser Grenzlinie keine eigene Membran versteht, ergibt sich zur Evidenz aus den einschlägigen Zeichnungen. Mustert man z. B. das Vorderauge von *Epeira* in seiner Fig. 18 A (rechts), so sieht man Folgendes. Unterhalb der bogenförmigen Reihe der Glaskörperkerne zieht eine dunkle einfache Linie (Vgl. auch s. Fig. 19 u. 20). Diese Linie bricht dann in der Nähe der Rand- oder Pigmentzellen plötzlich ab, und

letztere selbst erscheinen unmittelbar den äussersten (parietalen) Elementen der Retina angelehnt.

Wäre das Lagerungsverhältniss nun wirklich so, würden sich also, wie insbesondere auch auf seiner Fig. 31 Pg (*Vespa crabs*) unzweideutig ausgedrückt ist, die Pigmentzellen unmittelbar und Glied für Glied an die Seiten der sog. Retinazellen anschliessen, so wäre ja thatsächlich ein continuirlicher Uebergang von den letzteren zu den echten Hypodermiszellen vorhanden ¹⁾ und könnte sonach auch das typische zweischichtige Stemma nur als eine Modification des anscheinend einschichtigen *Dytiscus*-Larvenauges betrachtet werden.

Eine solche directe Verbindung der Retina mit den das Auge umsäumenden Integumentzellen existirt aber nicht; Hypodermis, Pigment- und Krystallkörperzellen einerseits und Retina andererseits bilden vielmehr je ein geschlossenes Ganzes für sich, indem sich eben zwischen beiden Straten unser präretinales Septum durch und durch zieht, und so vielleicht auch für die Zulässigkeit der Grenacher'schen Theorie bezüglich des hypodermalen (wir sagen nicht ectodermatischen) Ursprungs der Arthropoden-Retina eine schwer zu überwindende Schranke bildet.

Das Weitere zeigt zunächst Fig. 25 (von *Epeira*) und deren Vergleichung mit Grenachers Fig. 18 A Gk₁. Unter dem eigentlichen Glaskörperstratum sieht man am betreffenden Präparat bei genügend starker Vergrösserung nicht eine einfache Linie, sondern deutlich einen doppeltkonturirten Grenzsaum, ja, an hinlänglich dünnen Schnitten innerhalb desselben noch ein Paar distincte Linien als Ausdruck einer allen dickeren Cuticularhäuten zukommenden Schichtenbildung. Dieses Band (la) hört nun aber keineswegs, wie in Grenacher's Figur, an der Grenze der Pigmentzellen auf, sondern man sieht es deutlich in einem scharfen Bogen gegen die äussere Augenhülle hinziehen und dort (bei v) einerseits mit der letzteren (oc), andererseits mit der allgemeinen Innen-

1) Wenn Grenacher pag. 158 hinsichtlich des Spinnen- und Insecten-Stemma's sagt, „hier ist die Retina in den von mir untersuchten Zuständen ausser aller Continuität mit der Hypodermis“, so steht diese Aeusserung entschieden im Widerspruch mit den erwähnten Zeichnungen.

Cuticula der Hypodermis (gr) verschmelzen. Demgemäss betrachte ich die Zwischenlamelle als directe Fortsetzung der integumentalen Binnen-Cuticula, von der sich nach Innen, gegen den n. opticus, die eigentliche Sclera abzweigt.

Noch leichter nachzuweisen, weil beträchtlich dicker, ist diese wichtige Demarkationsmembran bei den Scorpionen. Dieselbe erreicht hier (Fig. 14 la) unter dem Glaskörper eine Mächtigkeit von 0,002 mm und ist deutlich geschichtet. Durch Maceration der Schnittpräparate gelang es hier auch dieselbe stellenweise zu isoliren und konnten wir uns so überzeugen, dass sie wirklich eine selbständige Gewebslage darstellt.

Wie ich schon an älteren Zeichnungen dargestellt finde, ist die Zwischenlamelle an ihrem Rande, d. i. dort, wo sie sich in den einerseits gegen die Haut und andererseits gegen die Retina ziehenden Schenkel spaltet, beträchtlich verdickt und fanden wir neuerlich eine solche ringförmige im Durchschnitt dreieckige Anschwellung auch bei *Buthus* (Fig. 14 v) ausgebildet. Hier erkennt man mit Immers. L. auch sehr schön die Lamellen, die von diesem Knotenpunkte aus nach drei verschiedenen Richtungen divergiren.

Indem ich noch beifüge, dass dasselbe Septum u. A. auch bei den Myriopoden (vgl. Fig. 17 v) vorkommt, möchte es wohl angezeigt sein, die Larvenaugen von *Dytiscus* speciell nach dieser Richtung einer neuerlichen Prüfung zu unterziehen; a priori glaube ich, dass auch sie eine solche m. limitans haben, und dass sich also Grenacher's Angabe von der Einschiebtigkeit ihres Weichkörpers nicht bewahrheiten wird¹⁾.

Retina.

Ganglienzellen- und „Stäbchenzellen“-Schichte.

Während die den Grenacher'schen Untersuchungen zunächst vorausgehenden Angaben von Leydig betreffs der von ihm angenommenen continuirlichen Verschmelzung der Stäbchen- mit den Krystallzellen in der That sich als unrichtig erweisen, verdienen, wie sich zeigen wird, dessen allerdings etwas spärliche Daten über

1) Neustens beobachtete ich ein solches Septum in der That.

die ganglienzellenartigen Elemente des inneren Stratum mehr Beachtung, als ihnen Grenacher schenkt, welcher Letztere bekanntlich eine Lage besonderer intraoculärer Ganglienzellen ganz läugnet und ganz allgemein (p. 158) die gesammte Längsstrecke der Netzhaut-Pallisaden vom Eintritt des Opticus in den Augenbecher bis zum Glaskörper als eine einzige und einkernige Zelle betrachtet.

Die erwähnte Darstellung Leydig's speciell an der bekannten Fig. 135 seiner Histologie (p. 256) und zwar nach einem „senkrechten (wahrscheinlich etwas dicken) Schnitte vom Salticus-Auge ist folgende. Der oculäre Weichkörper zeigt zwei Hauptschichten, eine ganz helle Aussenzone (e), der Glaskörper, und eine dunkel pigmentirte Innenzone (f), „die Stäbchenschicht.“ Jede dieser Zonen zeigt ferner hinten eine Lage grosser heller kernartiger Bläschen.

Berücksichtigt man nun zunächst hinsichtlich der äusseren Kernzone, dass die Nuclei der eigentlichen Stäbchenzellen, wie auch Grenacher bemerkt, oft nur sehr schwer zu sehen sind, meist kein distinctes Binnenkörperchen (wie an den Leydig'schen Vorderkernen ein solches gezeichnet ist) erkennen lassen, während andererseits die gerade in diese Zone fallenden Glaskörperkerne auch an minder gelungenen Präparaten auf den ersten Blick sich präsentiren, so erscheint es mir, gleich Grenacher, ganz zweifellos, dass diese Leydig'schen Vorderkerne in der That dem letztgenannten Hypodermalgewebe angehören.

Was nun aber die Kerne hinter den Stäbchen resp. am Grunde des Auges betrifft, so machen dieselben wegen ihrer Grösse und Deutlichkeit durchaus nicht den Eindruck jener meist unscheinbaren kleinen Nuclei, wie sie Grenacher auf seinen Stäbchenzellen zeichnet, während sie nach Lage und Form mit den von uns später zu besprechenden Ganglienzellen übereinstimmen, und da Leydig in der Erkenntniss der Nerven-elemente gewiss sehr bewandert, (p. 253 seiner Histologie) noch ausdrücklich bemerkt, dass in der Spinnen-Retina „bipolare Ganglienkugeln“ existiren, so haben wir keinen Grund daran zu zweifeln, dass Leydig wirklich die Sonderung der Retinastrahlen in eine basale Nervenzelle und in ein terminales Stäbchen beobachtet hat, und wenn Grenacher (p. 56) bemerkt, „was Leydig als ganglienkugelartige Zelle bezeichnet, dürfte bei *Lycosa* wahr-

scheinlich der vor dem Stäbchen gelegene kolben- und kernführende Theil der Retina sein, während bei dem von ihm abgebildeten Auge von *Salticus* die Kerne sicher den Glaukörperzellen angehören“, so kann Letzteres doch nur für die früher besprochene Leydig'sche Vorderkernzone unmöglich aber für die hintere Lage (g) Giltigkeit haben, da letztere auf der in Rede stehenden Figur ja thatsächlich hinter der Stäbchenschichte und überhaupt ganz rückwärts, im Grunde des Auges liegt.

Wir gehen nun auf Grenacher's Darstellung über, wobei hinsichtlich seiner Auffassung vom stemmalen Retinaelement vor Allem hervorzuheben ist, dass er in demselben, wie schon angedeutet, nur einen einzigen Kern auffand und allgemein annimmt, und demzufolge auch dasselbe als ein einfaches Zell-Individuum betrachtet.

Aus der Vergleichung seiner einschlägigen zahlreichen Abbildungen ist aber zunächst leicht zu ersehen, dass der Kern seiner „Retinazelle“ in Bezug auf dessen Lage und z. Th. auch betreffs seiner Beschaffenheit und des Verhaltens der zugehörigen Strecke des Retinastrahles bei den verschiedenen Thieren resp. bei den verschiedenen Augen eines und desselben Geschöpfes einen sehr ungleichen Werth besitzt.

Mit Rücksicht auf die Lage zunächst erscheint Grenacher's Retinalzellenkern bald als ein apikales d. i. an das äussere oder vordere Ende des Retinalschlauches gerücktes Gebilde, bald als ein mehr oder weniger basales, indem es weit nach hinten gegen die Opticusfaser verschoben erscheint, und wollen wir vorläufig dieses Lagerungsverhältniss der Kerne und zwar zunächst mit Bezug auf das Stäbchen als prä- und als postbacilläres bezeichnen.

Präbacillär erscheint der Kern nach Grenacher im Hinterauge von *Epeira* (Fig. 18 Bk'), im Hinterauge von *Lycosa* (Fig. 22 und 23 k'), ferner bei *Phryganea* (Fig. 35) und, aber in höchst eigenthümlicher Weise translocirt, am äusseren Vorderrand (Fig. 25 k) und am Hinterauge (Fig. 27 k) von *Salticus*.

Postbacillär hingegen in allen übrigen beobachteten Fällen: bei *Phalangium* (Fig. 15), am Vorderauge von *Epeira* (Fig. 18 A), desgleichen von *Lycosa* (Fig. 22 k), dann am inneren Vorderrandauge von *Salticus* (Fig. 28 k), und unter den Insecten bei *Musca* (Fig. 30), bei *Vespa* (Fig. 31) und *Crabro cr.* (Fig. 34).

Erwägt man nun: 1) dass der verhältnissmässig so selten zur Beobachtung gelangte präbacilläre Kern nach Grenacher's eigenen Angaben selbst am grossen Hinterauge von *Epeira* sehr „vergänglich“ und schwer nachweisbar ist, und 2) dass der mit wenigen Ausnahmen allgemein erkannte postbacilläre Nucleus sowohl im Text (p. 44) als z. Th. auch auf den Zeichnungen als „ziemlich gross“ und deutlich angegeben wird, so erscheint schon von vornherein die Annahme, dass Grenacher die Vorderkerne, namentlich an den relativ kleinen Ocellen der Spinnen und besonders der Insecten z. Th. übersehen hat, und dass also diese sowie die meisten anderen Stemmata zwei durch Lage und Beschaffenheit von einander verschiedene Kernzonen haben, viel wahrscheinlicher als die Ansicht, dass die Retina des einen Auges nur Vorder-, die des anderen nur Hinterkerne besitze.

In Grenacher's Darstellung finden sich aber auch einige weitere Anzeichen dafür, dass im Hinterkerne wirklich ein vom präbacillären Nucleus scharf zu unterscheidendes besonderes Element vorliegt, und zwar ein solches, das in Verbindung mit dem dasselbe umgrenzenden Abschnitt des Retinaschlauches genau dem entspricht, was bereits Leydig als bipolare Ganglienzelle gedeutet hat.

Wer in Grenacher's Fig. 15 (Phalangium) die „spindelförmigen (ineinander gekeilten) Auftreibungen“ (p. 41) der Sehschläuche am Grunde des Retinapolsters mit dem gerade an diese Stelle fallenden „deutlichen“ Kern völlig vorurtheilslos und unbekümmert darum, ob für den übrigen Endabschnitt bereits ein Kern nachgewiesen ist oder nicht, ansieht, wird sich, denken wir, wohl kaum der Vorstellung erwehren können, dass hier in der That eine besondere Schichte ganglienzellenartiger Elemente vorliegt, aus denen sich die eigentlichen Endschläuche erheben.

Ein ähnliches Bild zeigt sich dann noch in Grenacher's Fig. 18 A k (Vorderauge von *Epeira*) und wird auch im Text (p. 44) erwähnt: „Dass die Retinazellen in ihrer hinteren keulenförmigen Anschwellung einen deutlichen ziemlich grossen Zellkern“ tragen. Wenn im Anschluss an diese Stelle Grenacher noch besonders bemerkt, „ich habe mich genügend, auch nach Untersuchung von Tinctionspräparaten (mit Hämatoxylin) von dieser Lagerung überzeugt, um dies mit all' der Sicherheit,

die eine oft und unter verschiedenen Umständen wiederholte Beobachtung gewähren kann, behaupten zu können“, so hat es, wie übrigens sehr leicht zu konstatiren ist, mit dieser Angabe auch in der That seine volle Richtigkeit.

Ich wende mich nun zu den eigenen Untersuchungen. Macht man einen einigermaßen dünnen Median- oder überhaupt Tiefenschnitt durch ein Mittelauge von *Buthus*, so sieht man nach Entfernung des Retinapigmentes, und zwar schon mit schwächeren Linsen zwei Bogenreihen von Kernen: eine vordere, am Glaskörper (Fig. 13 gl) und eine hintere (gz), fast am Grunde des Augenpolsters. Letztere Kerne treten besonders scharf hervor, was leicht begreiflich, da sie erstens ungefähr zweimal so gross sind (0,01 mm) als die Glaskörperkerne (0,006), und als sie zweitens ein stark lichtbrechendes fast öltropfenartiges Aussehen haben. Der Lage nach entsprechen die Kerne offenbar den postbacillaren Gebilden.

Auch am dünnsten Schnitt, den man herzustellen im Stande, liegen diese Kerne, im Gegensatz zu jenen des Glaskörpers, niemals in einer Reihe, sondern, wenigstens in der mittleren Zone zu 2—4 unregelmässig hintereinander, jedoch in der Regel durch beträchtliche und ziemlich gleich grosse Intervalle getrennt, ein Umstand, der schon im vorhinein weniger auf ein Epithel, als vielmehr auf eine Schichte von unregelmässig neben und übereinander postirten Ganglien- oder überhaupt Kugelzellen hindeutet. — Man sieht ferner, dass diese Kerne am Mantel der Retina sich auch weiter nach oben hin ausbreiten, aber so, dass sie in ihrer Gesamtheit ein gegen den Rand des Retinabechers sich verdünnendes schalenförmiges Stratum bilden, indem nach der bezeichneten Richtung hin die Zahl der hintereinanderstehenden Kerne stetig abnimmt.

Im Wesentlichen die gleiche Anordnung und relative Grösse zeigen die retinalen Hinterkerne auch im Mittel- und Seitenauge (Fig. 4 gz) von *Scorpio*, nur dass bei letzterem und bei nur mittelstarker Vergrösserung weniger die grob granulirten Kerne selbst, als ihre (0,003 mm) grossen homogenen Kernkörperchen scharf hervortreten.

Mustert man nun einen möglichst dünnen und durch geringe Maceration sowie durch feine Glasnadeln hinten gelockerten Retinaschnitt und zwar von *Buthus* mit Zeiss Immers. L, so ergibt sich das mit möglichster Treue copirte Bild Fig. 14. Die ge-

gewissen Hinterkerne (gk) zunächst erscheinen als grosse, und wie schon bei schwacher Vergrösserung, stark lichtbrechende bräunlichgelbe Kugeln, im Innern mit mehreren blassrosa schimmernden Gebilden, von denen es uns, da wir sie nicht im frischen Zustand sahen, ungewiss ist, ob sie als Nucleoli zu deuten sind.

Die Figur zeigt dann ferner, dass jeder dieser grossen Kerne einer sog. bipolaren Zelle (gz) angehört.

Der hintere oder centripetale Fortsatz dieser Zellen, der übrigens, da er selten in die axiale Schnittrichtung fällt, nur ausnahmsweise vollständig zur Beobachtung gelangt, ist viel schmaler als der obere und verschmachtet sich bald zu einer ca. 0,003 mm dicken und, wie auch an Querschnitten zu sehen, anscheinend vollkommen homogenen Opticusfaser.

Der vordere oder centrifugale Fortsatz hingegen erhebt sich in axialer Richtung als schlauchförmiges Gebilde nach oben und erscheint vom Ursprung bis zum Ende fast von gleichem Kaliber, wobei man stets um den körnigen Inhalt eine deutliche, meist scharf doppelconturirte Membran unterscheiden kann.

Fasst man dies Alles zusammen und berücksichtigt ausser der Lage und Form dieser Gebilde besonders die auffallende Grösse des Kernes, sowie die der Kernkörperchen, so dürfte die Berechtigung, dieselben unter den Begriff der Ganglienzellen zu bringen, wohl kaum bestritten werden können.

Wir legen aber das Hauptgewicht durchaus nicht auf die Benennung des genannten Abschnittes, sondern auf die an unsern Buthus-Präparaten wiederholt konstairte Thatsache, dass jeder Retinalschlauch nicht bloss einen basalen, sondern wenigstens noch einen zweiten und zwar einen apikalen Kern hat.

Hinsichtlich dieser Vorderkerne sei zunächst vorausgeschickt, dass sie sowohl wegen ihrer Lage (sie sind gleichsam eingeklemmt zwischen Septum und Stäbchen) als wegen ihrer relativen Kleinheit und ihres geringen Lichtbrechungsvermögens factisch oft ausserordentlich schwer zu bemerken sind, und dass also das gänzliche Uebersehen derselben von Seite der bisherigen Untersucher sehr leicht zu erklären ist.

Trotz dieser Unscheinbarkeit und z. Th. wohl auch „Vergänglichkeit“ der Präbacillär-Kerne, die ja auch Grenacher betont, glauben wir uns aber doch von ihrer Existenz hinlänglich überzeugt zu haben.

Stellt man, aber an einem stark (mit Kalilauge) entfärbten und dann wieder etwas angesäuerten Präparat auf die Gegend des präretinalen Septums ein, so sieht man ganz knapp hinter demselben, jedoch noch innerhalb der Retinalschläuche selbst, von Stelle zu Stelle einen durch das gelöste Pigment etwas intensiver als die Umgebung roth gefärbten kreisrunden Fleck, z. Th. (Fig. 14ak) mit deutlich doppelt konturirter Wandschicht und bisweilen mit einem winzigen stark lichtbrechenden Binnenkörperchen. — Der Durchmesser dieser Kerne ist nur wenig grösser als jener der Nucleoli im Basalkern und um ein Kleines geringer als jene der fast unmittelbar angrenzenden Glaskörperkerne. Eine Verwechslung mit den letzteren ist übrigens bei einiger Achtsamkeit auch deshalb ausgeschlossen, weil, wenigstens an den vorliegenden Präparaten von *Buthus*, bei unserer Behandlungsweise die Glaskörperkerne sich gar nicht oder kaum merklich mit dem Augenfarbstoff imbibiren¹⁾.

Zwei polare, d. i. an den entgegengesetzten Enden der Retinaschläuche liegende Kerne mit ganglienzellenartiger Auftreibung des Basaltheiles findet man aber keineswegs bloss bei den Scorpioniden, wir konstatiren dasselbe Verhalten zunächst auch an dem vorderen Mittelauge einer *Epeira*, dem Grenacher ausschliesslich nur basale Kerne zuschreibt.

In Fig. 25 beachte man vor Allem die grossen Ganglienzellen resp. die kolbenförmigen Basaltheile der Retinaschläuche (*gz*, *gz*₁), die ganz wie beim Scorpion vom Augengrund sich auch längs des Mantels nach oben ausbreiten, und überall eng in einandergekeilt und deshalb z. Th. polyedrisch umgrenzt erscheinen. Während die Endschläuche selbst im Mittel nur bei 0,007 mm breit sind, erreichen die Anschwellungen eine Dicke von 0,01 mm und darüber. Der zugehörige runde Kern (*gk*) ist aber relativ beträchtlich kleiner als beim Scorpion, indem er ungefähr dasselbe Kaliber (0,006 mm) wie die Glaskörperkerne besitzt. Derselbe imbibirt sich meist mit dem Augenpigment, besitzt ferner eine deutliche Wandschicht, ist grob granulirt und wegen dieser Eigenschaften schon mit schwacher Vergrösserung sofort zu erkennen. In der Regel bemerkt man auch ein kleines helles Kernkörperchen. Dieselben Verhältnisse zeigt auch *E. diadema*.

1) Umgekehrt nehmen die hypodermalen sowie die extraoculären Zellkerne viel leichter künstliche Farbstoffe auf als die retinalen.

Vergleicht man Grenacher's Abbildung (Fig. 18 A) desselben Objectes mit der Wirklichkeit, so kann man sich nicht des Eindrucks erwehren, dass sie betreffs der in Rede stehenden Verhältnisse doch etwas allzu schematisch gehalten ist. Insbesondere sind die Basaltheile seiner Schläuche viel zu schlank und auch die Kerne zu länglich gezeichnet und möchten wir auch bezweifeln, ob je an einem Schnitt die mittleren oder axialen Schläuche immer direct in der geraden Verlängerung der Opticusfasern liegen, da an unseren Präparaten neben den der Länge nach getroffenen Schläuchen stets auch Querschnitte von Ganglienzellen sowie von Opticusfaserbündeln (Fig. 25 fa) sichtbar sind.

Ich will gleich hier beifügen, dass im Ganzen dieselben Verhältnisse, wie wir sie für die Ganglienzellschichte der Scorpione und gewisser Spinnen eben angegeben haben, auch bei den Myriopoden, speciell bei Scolopendra (Fig. 17, 18 gz), Lithobius (Fig. 24) und Julus (Fig. 22 gz) wiederkehren. Zweifelhaft blieb mir aber bei Scolopendra, ob die so auffallend grossen runden Basalkugeln (Fig. 18) mit ihrer scharf doppelt-konturigen Wand und dem kleinen Binnenkörperchen als Kerne oder als Querschnitte durch die Ganglienzelle selbst zu betrachten sind; grosse Basalkerne besitzt auch Julus (Fig. 22 gz).

Zum vorderen Epeira-Auge zurückkehrend ist nun das Vorhandensein der von Grenacher hier gänzlich übersehenen Präbaccillär-Kerne (Fig. 25 ak) zu betonen. Man hat sie genau an derselben Stelle wie bei Buthus zu suchen, ihre Auffindung erfordert aber noch feinere Schnitte, eine subtilere Behandlung und eine grössere Geduld und Achtsamkeit. Ich kann nur sagen, dass ich sie und zwar unter ganz analogen Verhältnissen wie dort, wirklich als distincte körnige Kreisflecke von 0,0045 mm, die der ganzen Erscheinung nach an die gleichliegenden und also auch gleichwerthigen Nuclei am Hinterauge (Fig. 26 ak) erinnern, wirklich gesehen zu haben glaube.

Was nun das Vorkommen solcher Kerne bei anderen Stemma's anlangt, so habe ich bisher allerdings nirgends mehr dergleichen Gebilde mit der erforderlichen Sicherheit wahrgenommen, bedenkt man aber 1) dass ich deren Verbreitung bisher nicht, was entschieden nöthig ist, zum Gegenstand eines besondern Studiums machte, 2) dass die übrigen von mir untersuchten Stemma's, zumal die der einheimischen Myriopoden, relativ sehr klein sind,

so ist es, wie wir schon oben hetonten, gewiss viel wahrscheinlicher, dass diese Kerne sich der Beobachtung entzogen haben, als dass sie wirklich fehlen¹⁾. Dass sich aber die Retinaschläuche des Tracheaten-Stemma's in der That nicht in das Grenacher'sche Schema bannen lassen, zeigt auf das Eclatanteste der Umstand, dass ausser dem basalen Kern der Ganglienzelle, der von uns allgemein nachgewiesen ist, und ausser dem apikalen Nucleus, von dem ich auf Grund des Obigen annehmen muss, dass er gleichfalls eine weitere Verbreitung hat, auch noch und zwar zunächst bei *Scolopendra* (Fig. 18) ein dritter Kern zur Beobachtung gelangte.

Hier sahen wir nämlich oberhalb der basalen Anschwellung und ungefähr in der Mitte jedes Retinaschlauches einen deutlichen etwas länglichen Fleck (mk), von doppelter Kontur umgrenzt und im Innern, offenbar durch das ziegelrothe Augenpigment, roth gefärbt. Anfangs, obwohl aus später zu erörternden Gründen vom Vorkommen eines solchen Mittelkernes durchaus nicht überrascht, dachten wir, dass hier vielleicht Schnitte durch quer oder auch etwas schief getroffene Retinalschläuche vorlägen; die ganze Lagerungsweise aber, ferner die Beschaffenheit sowie die intensive Pigmentirung und der Umstand, dass diese Gebilde beträchtlich schmaler (0,005) als die Schläuche selbst (0,006—7) sind, lässt wohl kaum eine ungezwungenere Deutung als die zu, dass man es hier wirklich mit besonderen Inhaltskörpern zu thun hat, die ihrer Lage nach den von uns inzwischen nachgewiesenen Kernen der mediären Schichte im Alciopiden- und Eunice-Auge entsprechen würden.

Andeutungen solcher Kerne fanden wir auch einmal an einem Zupfpräparat vom *Scorpio*-Seitenaug (Fig. 5 mk), sowie an den vorderen und hinteren Mittelaugen von *Epeira* (Fig. 25 u. Fig. 26 mk) und zwar im Anfang der Entfärbung durch Oxalsäure, doch bleibt hier z. Th. die Möglichkeit einer Verwechslung mit den Kernen der Ganglienzellen nicht ausgeschlossen²⁾.

1) Unzweifelhafte präbacilläre Kerne (Fig. 29 ak) neben grossen basalen Nucleis (Fig. 27 und 28 gz) habe ich neuerlichst an frisch untersuchten Augen von *Tegenaria domestica* beobachtet. (Vgl. die Figuren-Erklärung.)

2) Neuestens gelang es uns an den in Fig. 26 mit mk? bezeichneten Gebilden mit Alaun-Carmin eine sehr distincte Färbung zu erzielen.

Hier muss ich noch speciell in Bezug auf das hintere Mittel- (Scheitel-) Auge von *Epeira* einer anderen höchst auffallenden Differenzirung gedenken. An einem medianen, d. i. der Körperlängsachse parallelen Schnitte erscheint die Retina dieses Stemma's in der That in der von Grenacher (Fig. 18 B) angegebenen Art, wobei gegenüber dem Vorderauge besonders der Umstand bemerkenswerth ist, dass anscheinend sämtliche Opticusfasern ohne die geringste basale Anschwellung in die stäbchentragenden Endschläuche (vergl. auch unsere Figur 26 rechts) übergeben und damit also gegenüber dem gewöhnlichen Verhalten eine nicht zu verkennende Abweichung begründen. Schneidet man aber das erwähnte Hinterauge transversal und zugleich etwas schief von hinten und oben nach vorne und unten durch, so zeigt sich (Fig. 26) folgender Sachverhalt. Circa zwei Drittel der ganzen Retina, und zwar der gegen die Körper-Mittelaxe gerichtete Theil, zeigen die vorerwähnte Pallisadenstructur (st). Der übrige Abschnitt aber, also der im äusseren Winkel gegen das seitliche Integument (hp') gelegene, bietet eine völlig andere Beschaffenheit. Auf den ersten Blick erscheint das Ganze als eine Anhäufung (0,01 mm) dicker Ganglienzellen (gz) mit sehr deutlichen (0,004—5 grossen) Kernen, die jenen des Vorderauges (Fig. 25 gz) sozusagen identisch sind. Zunächst könnte man nun glauben, dass diese Gebilde zu den rechts gelegenen Stäbchen-Schläuchen gehören, dass aber hier das Ganglienzellenlager ausnahmsweise ganz seitwärts zusammengedrängt sei.

Diese Erklärung widerspricht aber einmal dem leicht zu konstatirenden Verhalten der Bacillärschläuche, welche nach hinten unmittelbar in die Opticusfasern übergehen, und dann der Beschaffenheit gedachter Zellen selbst. Man sieht nämlich, dass sie sich gleich jenen des Vorderauges nach oben zu schlauchartig verlängern, wobei aber diese peripherischen Fortsätze, so viel wir bisher erkannt haben, gegen einen mittleren in der Höhe der Stäbchen gelegenen hellen und anscheinend sphärisch begrenzten grossen Körper von 0,026 mm Durchmesser zusammenneigen. Da letzterer (x) in mancher Hinsicht an die subcuticulare und von einer schmalen Epithelschicht (Matrix?) umgebene Linse des Raupenauges erinnert, und auch einzelne kleine Kerne sowie ein stellenweise stärker pigmentirter Hof um diesen Körper sicht-

bar sind, so frägt man sich unwillkürlich, ob denn hier innerhalb des allgemeinen Augenrahmens und unterhalb des gemeinsamen Glaskörpers eine Art subordinirtes Binnenauge eingeschaltet sein soll.

Dass es mit dieser höchst eigenthümlichen Differenzirung eines Abschnittes der Gesamt-Retina wirklich seine Richtigkeit habe, beweist auch der Umstand, dass man am andern Auge des betreffenden (Hinter-)Paares und zwar an der korrespondirenden Stelle, d. i. wieder an der äussern Seite, genau dieselbe Bildung antrifft ¹⁾.

Zuletzt noch eine Bemerkung bezüglich der Endausbreitung der Opticusfasern.

Während sich nach Grenacher die Retinaschläuche in der Regel als ziemlich gerade Fortsetzungen der Fasern des Opticus darstellen und die retinalen Abschnitte der letzteren gewissermassen nur durch die Anschwellung ihrer Enden etwas auseiandergebogen werden, findet sich speciell am Seitenauge von *Scorpio* entschieden eine besondere retinale Faserlage ausgebildet. Wie Fig. 4 lehrt, breitet sich der Sehnerv am Grunde der Retina zu einem ziemlich dicken, der Sclera-Matrix anliegenden, schalenförmigen Stratum aus, von dem dann unter z. Th. sehr beträchtlichen Winkeln die einzelnen zu den Ganglienzellen hintretenden Fasern abzweigen. Es zeigt sich hier demnach ein ähnliches Verhalten wie etwa am Retinabecher der Wirbelthiere oder auch an den Otocysten, wo aber die Faserschichte des Acusticus eine complete Kugelschale bildet.

1) Ob in dieser seitlichen Zweitheilung der Retina bez. auch des zugehörigen Opticusfaserstranges vielleicht irgend eine Analogie mit gewissen von Grenacher erwähnten Befunden an den angeblich stäbchenlosen Vorder-Schläuchen im Vorderauge von *Lycosa* (p. 49, Fig. 22 A) und den gleichfalls abacillären Randstrahlen von *Salticus* (Fig. 28) vorliegt, muss vorläufig dahingestellt bleiben; genug, dass wir sehen, dass sich das Princip der Arbeitstheilung nicht bloss auf die einzelnen Augen eines und desselben Thieres, sondern auch auf die einzelnen von vornherein doch wahrscheinlich homologen bez. homonomen Strahlstücke einer und derselben Retina erstreckt.

Axialgebilde der Retinaschläuche.

Nach Grenacher sind die eigentlichen Axenstäbchen solide und zwar im Allgemeinen theils cylindrische, theils prismatische oder auch plattenförmige Einlagerungen vorwiegend im vordersten Abschnitt der Endschläuche, die nach hinten derart scharf abgeschnitten sind, dass (p. 158) „für einen directen Zusammenhang zwischen dem Stäbchen und der Nervenfaser (d. h. mit Ausschliessung der Vermittlung durch die Zelle), bisher noch alle Indicien fehlen“, womit offenbar, wie der Context zeigt, vornehmlich die Abwesenheit eines u. A. auch von R. Greeff am Alciopidenauge angegebenen Axenfadens betont werden soll.

Eine solche scharfe hintere Abgrenzung hat übrigens Grenacher im Ganzen nur in relativ wenigen Fällen constatirt, nämlich bei Phalangium (Fig. 16, 17), dann am Vorder- sowie am Hinterauge von Epeira (Fig. 19), ferner bei Lycosa (Hinterauge) und endlich bei Musea vomitoria, deren Mittel- d. i. in die Augenaxe fallenden Stäbchen länger als die Randelemente wären.

Bei den übrigen Stemma's dagegen blieb das Stäbchenhinterende ziemlich unbestimmt. Abgesehen davon, dass, wie bei der Ungunst der Objecte leicht erklärlich, bei Pulex canis (Fig. 29) nur ein „gezählter Rand“ angegeben wird, und dass am Vorderauge von Lycosa (p. 49 Fig. 22 A) nur an der Hinterpartie nach vorne an Grösse abnehmende, hinten spitz zapfenartige kurze Stäbchen bemerkt wurden, gilt dies besonders von den Salticus- und den Wespen-Augen.

An den ersteren (äusseres Vorderrandauge und hinterstes) sieht man auf den betreffenden Grenacher'schen Figuren (25 u. 27) auch nicht die Spur einer hinteren Grenze und bemerkt auch Grenacher (p. 51): „Nach hinten hin wird es schwieriger zu sagen, wie weit sie reichen, weil sie allmähig an Lichtbrechung abnehmen und dafür die den Retinazellen angehörige Granulirung ebenso allmähig einsetzt.“

Höchst interessant wäre nach ihm auch bezüglich der Stäbchen-Entfaltung das innere Vorderrandauge (Fig. 28). Die Schläuche der Mantelschichte wären, gleich jenen von Phryganea grandis überhaupt, stäbchenlos. Die nächst folgenden innern Schläuche hätten dann vorne kurze scharf umgrenzte Zapfen, während die Stäbchen

der innersten axialen Schläuche („Mittelzellen“) sehr dünn und zart erschienen und sich sehr stark gegen den Opticus (nach der Zeichnung gegen die ganglienzellenartige Basalanschwellung) hin verlängern (p. 54). Nach dieser letzteren Darstellung wird Grenacher selbst zugeben, dass für einen ev. engeren Zusammenhang der Stäbchen mit den spezifischen Nervelementen doch nicht „alle Indicien fehlen“.

Uebergehend auf die eigenen Untersuchungen so beziehen sich dieselben vornehmlich nur auf die Stäbchen im Scorpionidenauge, bezüglich welcher wir dem Leser mehrere Ansichten vorführen.

Fig. 12 zeigt zunächst ein Zupfpräparat aus einer frischen Retina und zwar vom Mittelaug des Scorpio aus. Man sieht hier ein Bündel von Retinalschläuchen, aus deren abgerissenen Vorderenden die Stäbchen als griffelartige und an der Spitze etwas hackig umgebogene Gebilde herausragen.

Ein ähnliches Bild zeigen uns auch die betreffenden Elemente an Schnitten durch die Seitenaugen des gleichen Scorpions (Fig. 4 und 5), nur dass man hier, falls das Präparat behutsam mit Salpetersäure entfärbt wird, die hinteren Enden der Stäbchen weiter zurück verfolgen kann, wobei sie aber selbst an fein zertheilten Zupfpräparaten schon beträchtlich vor der Ganglienzelle dem Auge entwinden.

Einige bemerkenswerthe Aufschlüsse gibt betreffs desselben Auges noch der ziemlich oberflächliche Retinaquerschnitt in Fig. 8, der die Endschläuche selbstverständlich in sehr verschiedener Höhe und Richtung trifft. Man sieht hier (z. B. ez , ez_2), 1. dass die völlig soliden Stäbchen nicht der Länge nach zusammengesetzt, sondern einfach sind, und 2. dass sie wenigstens mit ihren vorderen Abschnitten den deutlich doppelkonturigen Schlauch bis auf einen geringen eine pigmentirte körnige Substanz enthaltenden Zwischenraum fast vollständig ausfüllen, während sie nach hinten sich etwas zu verschmälern scheinen.

Den besten Einblick gibt nun aber der mehr erwähnte halb zerzupfte Retinalschnitt von Buthus in Fig. 14. Hier erscheinen die „Stäbchen“ als dicke homogene Axenstränge, die ca. nur ein Drittel der Schlauchbreite messen, und sich bis hart an die Ganglienzelle zurück verfolgen lassen. Meist zeigt dieser Strang einen mehr oder weniger welligen Verlauf und erinnert so an die Bilder, welche Leydig, auf Taf. IX Fig. 3 c

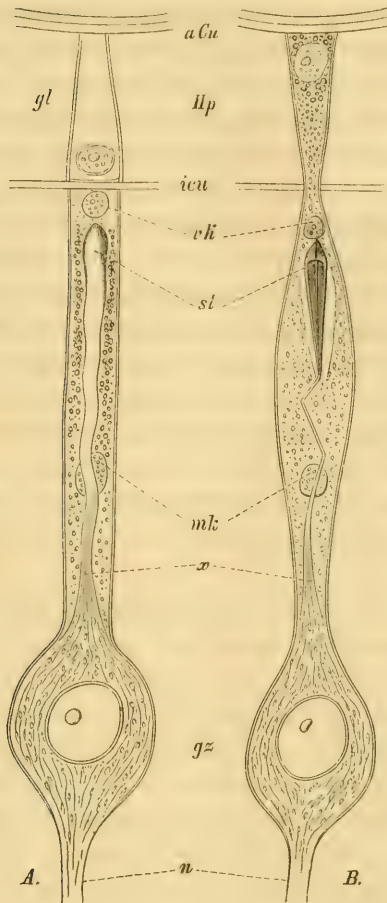
vom Stemma der Honigbiene zeichnet. Dass aber dieser Mittelstrang hier nicht etwa (wie Leydig annimmt) auf die verdickten Kanten der Schläuche bezogen werden kann, zeigt einmal der runde Querschnitt der letzteren und dann der Umstand, dass ich denselben an abgerissenen Schläuchen mit aller Sicherheit als ein selbständiges inneres Gebilde erkannte. Da namentlich der hintere Abschnitt dieser Stränge bisweilen ein feinstreifiges Aussehen zeigt und an einzelnen Schläuchen wenigstens aus einem besonderen zipfelartigen Fortsatz der Ganglienzellsubstanz zu entspringen scheint, so dürfte die Anschauung, dass man es hier mit dem eigentlichen peripherischen Nervenende zu thun hat, doch wohl eine neuerliche Prüfung verdienen.

Vergleichung der stemmalen Retinastrahlen mit den Endschläuchen der tympanalen Sinnesapparate der Orthopteren.

Schon in meiner Monographie der letztgenannten Organe habe ich wiederholt auf die Aehnlichkeit zwischen denselben und den stemmalen Sehwerkzeugen sowohl hinsichtlich des gesammten Bauplanes als mit Rücksicht auf die morphologische und histologische Beziehung ihrer Endgebilde hingewiesen und nunmehr, da ich auch das andere Vergleichungsobject aus eigener Anschauung näher kenne, bin ich in der Lage diese Parallele noch weiter auszuführen.

Die Confrontirung des Müller'schen Tympanalorganes der Acridier (etwa nach Fig. 134 des gedachten Werkes) mit einem Stemma z. B. dem von Scolopendra in Fig. 17 a ergibt zunächst die allgemeine Uebereinstimmung, indem speciell die Anordnung der basalen Ganglienzellen und die der beidemale zu einem Becher vereinigten stäbchentragenden Endschläuche bei beiden Organen so zu sagen die gleiche ist.

Zur Vergleichung im Detail diene dann der beistehende Holzschnitt.



A. Schema eines retinalen Endschlauches von Buthus. B. Schema eines tympanalen Endschlauches von Acridium. aCu äussere Cuticula, Hp Hypodermis, gl Glaskörper, icu innere Cuticula, vk Vorderkern des Endschlauches, st Stäbchen, mk Mittelkern, x Axenstrang (Chorda), gz Ganglienzelle mit Kern. n Opticus- resp. „Austicus“-Faser.

A ist eine nur wenig vereinfachte Copie eines Retinalstrahles von Buthus in Fig. 14; B desgl. von einem „Hörschlauche“, nach den Figuren 132, 84, 90 und 92 in genannter Abhandlung. An letzterem findet man nach wiederholten und genauesten Untersuchungen: Zu äusserst die Cuticula (aCu), darunter eine deutliche Hypodermzelle (Hp) mit einem besonderen Kern, in der Regel, wie an den

meisten Matrixzellen, von Pigment umgeben. Diese zieht sich (vgl. Figur 86 und 132) in einen mehr weniger langen Fortsatz aus, der scheinbar oft ohne Grenze (*icu*) in den eigentlichen spindelförmig aufgetriebenen Endschlauch übergeht. Nach Innen verengert sich dieser Schlauch und erweitert sich dann bald früher bald (*Locustiden* Fig. 74 vN, *gz*) erst in sehr beträchtlicher Entfernung wieder zur grossen kugelartigen Ganglienzelle, die einen umfangreichen doppelcontourigen Kern mit 1—3 deutlichen Kernkörperchen einschliesst.

Im Wesentlichen dieselbe Gliederung zeigt nun auch nach dem Obigen der Retinastrahl des Stemma's, nur dass hier die (axiale) Integumentzelle nicht pigmentirt, sondern vollkommen durchsichtig erscheint, und ferner vom Endschlauch durch die innere integumentale Grenzhaute scharf abgegrenzt ist. Dass aber auch hier der sub-integumentale Strahl-Abschnitt in zwei scharf gesonderte Strecken, nämlich in die Ganglienzelle und in den eigentlichen Endschlauch gegliedert ist, dürfte nach dem früheren kaum zu bezweifeln sein.

Betreffs des wichtigsten Bestandtheiles, nämlich des stäbchenartigen Axengebildes ist dann dies zu beachten. Die in Fig. 84 und 90 des genannten Werkes abgebildeten mit grösster Sorgfalt im frischen Zustand präparirten Hörschläuche (resp. Stifte) beweisen, dass hier der dünne chordartige Axenstrang entschieden mit mehreren nach aussen convergirenden Fasern (*w*) in der Ganglienzelle selbst wurzelt und demnach als directe Fortsetzung eines wahren Nervenelementes aufzufassen ist.

Wenn nun auch *a priori* die Sicherheit der betreffenden Beobachtungen nicht den weniger exacten Befund hinsichtlich des Axenstrangs der *Buthus*-Retina zu ergänzen vermag, so zeigt sie doch, dass es factisch so sein kann, während für die Annahme, dass der Axenstrang hier nicht aus der Ganglienzelle entspringt, sondern als Erzeugniss oder Abscheidungsproduct des Endschlauches selbst frei in demselben schwebt, kein sicherer Anhaltspunct zu finden ist. Da es übrigens bezüglich der stiftartigen Endanschwellung an der Axenfaser des Hörschlauches zweifelhaft bleibt, ob dieser Kolben in seiner Totalität als Endtheil der Axenfaser aufzufassen ist, oder ob bloss sein Mittelfaden als solcher zu gelten hat, während der übrige oder Manteltheil vielleicht eine cuticulare Abscheidung des

Endschlauches vorstellt, so ist die Möglichkeit, dass auch der Sehstab, wie ihn Grenacher bei manchen Spinnen darstellt, von dem, was wir bei *Buthus* als Axenstrang bezeichnen, verschieden sei, immerhin in Erwägung zu ziehen.

Einen besonderen Nachdruck lege ich aber speciell auf die Uebereinstimmung in den Kerngebilden der zwei Arten von Endschläuchen.

An sämtlichen Hörschläuchen findet man mit vollster Sicherheit (ausser dem Ganglienzellen-Nucleus) wenigstens noch einen theils mehr basal, theils median gelegenen Kern (Fig. 85, 84 etc. wk), der der Lage nach mit dem Mittelkerne (mk) von *Scolopendra*) übereinstimmt, und die Frage, ob der Gesamtschlauch (incl. Ganglienkegel) als einzelliges Gebilde betrachtet werden kann, muss sonach hier mit aller Entschiedenheit verneint werden.

An den schlanken Hörschläuchen mancher Orthopteren und ganz allgemein an den Endblasen des Siebold'schen Tibialorganes der *Locustiden* findet man aber ausser dem „Wurzelkern“ (wk) auch noch einen „Gipfelkern“ (gk), der offenbar mit dem präbacillären Nucleus der Retinaschläuche zu vergleichen wäre.

Während nun, wie wir schon gehört, Grenacher den gesamten Retinastrahl als eine einzige einkernige Zelle auffasst, ferner die höchst auffallende ungleiche Lage des Kernes (p. 55) durch eine Verschiebung in Folge der Stäbchenausscheidung erklärt und (p. 49) noch ausdrücklich hervorhebt, dass zwischen der Opticusfaser und der „Retinazelle“ keine Einschiebung eines neuen histologischen Elementes (Ganglienzelle) stattfindet, erweist sich uns nach dem vorstehenden das stemmale so gut wie das tympanale Endgebilde als ein in zwei Abschnitte, Ganglienzelle und Endschlauch differencirtes Organ, und da, z. Th. wenigstens, der Endschlauch selbst wieder zwei Kerne besitzt, muss man wohl Anstand nehmen, selbst diesen Abschnitt allein als ein einfaches Zell-Individuum zu betrachten.

Parietale Pigment- und Matrixzone der Retina.

Behandelt man die Retina von *Scolopendra* mit Kalilauge, so sieht man, dass dieselbe zweierlei auch der Farbe nach ver-

schiedene Pigmentschichten enthält, nämlich (Fig. 18) eine allgemeine parietale Zone von (nach Kalizusatz) blauvioletter Farbe, die sich auch auf den Opticus fortsetzt und überhaupt an die Matrix der Sclera bez. der cuticularen Nervenscheide gebunden ist, und dann ein im frischen Zustand mehr kirschrothes später ins Ziegelrothe übergehendes Pigment, das die einzelnen Sehstäbe einhüllt.

Ein eigenthümliches und nicht ganz leicht zu erklärendes Verhalten bietet nun besonders die parietale Pigmentzone der *Buthus*-Retina.

An einem unentfärbten Axenschnitt (Fig. 13 links) bemerkt man zunächst, dass das dunkelschwarze Pigment derart vertheilt ist, dass es eine zusammenhängende auch die Vorder-Wand der Retina in sich begreifende Parietalzone bildet, während es in der mittleren von den radiären Schläuchen eingenommenen Schichte eine streifenweise Anordnung zeigt.

Nach längerer aber schonender Einwirkung von Kalilauge verblasst dann die Mittelzone (Fig. 13 rechts und Fig. 14) vollständig, während ringsum, auch vorne, also an der Linsenseite, ein breiter rosagefärbter Saum zurückbleibt. Mustert man nun diesen zunächst an der Hinterseite bei starker Vergrößerung, so erweist er sich als eine feinkörnige Lage mit einzelnen meist nicht sehr deutlichen Kernen (Fig. 14 k''). Da man nun ausserdem in dieser granulären Schichte quere und auf der Sclera senkrecht stehende Züge resp. Scheidewände bemerkt, so ist die Annahme, dass man es hier mit einer hohen cylinderepithelartigen Sclera-Matrix zu thun habe, von vorne herein gewiss sehr nahe liegend. Auffallend ist aber, dass der Vordersaum der Retina, unter dem Septum, die, trotz der an dieser Stelle liegenden Kerne doch kaum als ein selbständiges Matrix-Epithel angesprochen werden kann, wenigstens hinsichtlich der Färbung doch anscheinend kontinuierlich in die Hinterschichte übergeht.

Untersucht man nun vorerst die Seitentheile (k') dieser pigmentirten Mantelschicht und zwar zunächst weiter oben vom Kelchrand (k') aus, so scheint ein solcher Uebergang factisch auch in anderer Beziehung stattzufinden. Hier sieht man nämlich deutliche mit einem sehr distincten Nucleus versehene Zellen, resp. Endtheile von solchen, die aber schon insoferne kaum als einfache Wandepithelelemente gelten können, als sie auf der zugehörigen

Cuticula (Selera) nicht senkrecht, sondern sehr schief stehen, so zwar, dass sie gegen den Kelchrand zu sich allmählig in gleiche Linie mit den stäbchenführenden Retinalschläuchen stellen.

Beachtet man nun ferner: 1. dass diese Seitenwandelemente nach oben stufenweise länger zu werden scheinen, 2. dass man an ihrer Basis in der Regel stark lichtbrechende auf Stäbchen zu beziehende Einschlüsse findet und 3. endlich den Uebergang in die gerade nach vorne verlaufenden Retinalschläuche, so kommt man zur Ueberzeugung, dass sie selbst nichts anderes als die durch den Schnitt abgetrennten Endstücke von solchen sein können, die aber, da andere subcuticulare Gebilde völlig zu fehlen scheinen, jedenfalls, wenigstens auf dieser Strecke, unbeschadet ihrer allfälligen anderen Functionen die Rolle von Matrixzellen übernommen haben.

Im Gegensatz zu Grenacher, der einerseits sämtliche Retinalschläuche gegen die Linse streben lässt, während er andererseits den schon oben berührten und gleichfalls nach innen convergirenden „Randzellen“ (z. B. seine Fig. 28 Rt) die Stäbchen z. Th. abspricht, sehen wir also bei *Buthus* und — wenn auch weniger klar — bei *Epeira* (Fig. 25 ak), dass die äussersten Retinalschläuche schon weit unten an der Seitenwand der Augenkapsel endigen, während die übrigen, in stufenweiser Anordnung, ihr Ende nur successive nach oben, bez. nach innen gegen den Boden des Retinalkelches verlegen. Da es von vorne herein zum mindesten etwas ungewöhnlich erscheint, dass die Enden der Retinaschläuche im Dienste der Cuticular-Bildung stehen sollten, möchten wir noch Folgendes hervorheben. Aus Fig. 13 (links) ergibt sich, dass auch die zur Linse hinstrebenden Randschläuche kaum eine perceptive Bedeutung haben können, da durch das weit darüber hinaus, d. i. nach innen sich verbreitende Hypodermis- oder Irispigment (Ir) das Licht vom Retinarande abgeblendet wird, und konnten also die betreffenden stets im dunkeln stehenden Elemente z. Th. vielleicht unter totaler oder doch partieller Rückbildung der Stäbchen einer anderen Function ganz wohl angepasst werden.

Retinula-artige Gruppierung der Netzhautstrahlen im Scorpionstemma.

Einen Hauptunterschied zwischen dem unicornealen Stemma

und dem multicornealen oder Facettauge findet Grenacher besonders in der Lagerungsweise ihrer Retinaelemente, nämlich darin, dass diese beim ersteren als morpho- und physiologisch vollständig selbständige, pallisadenartig nebeneinander stehende letzte Einheiten der Retina erscheinen, während sich die correspondierenden und von Grenacher als einfache Zellen betrachteten Elemente im Netzauge zu Einheiten höherer Ordnung d. i. zu den sog. Retinulae vereinigen oder gruppieren, indem letztere nach den grundlegenden und ausgedehnten Nachweisen Grenacher's, hauptsächlich immer aus einer mehr oder weniger innigen „Coalescenz einer bestimmten Anzahl (meist 7, dann 5 und 4, selten 8) von Einzelelementen“ (p. 137) hervorgehen, wobei bekanntlich in der Regel die gegen die Axe der ganzen Zellgruppe gerückten Sehstäbe zu einem einzigen mehrtheiligen oder gemeinschaftlichen Axenstab, dem „Rhabdom“ verschmelzen.

Dass aber Grenacher die völlige Isolirtheit der einzelnen Retinaenden im typischen Stemma auch als eine ganz allgemeine Eigenschaft dieser Augen auffasst, geht dann aus einer Stelle (p. 138) hervor, wo er gegen die von Leydig betonte Vergleichbarkeit des Stemma's mit dem Facettauge (in toto) auf die dem letztern so „eigenthümliche“ dem Stemma aber „fehlende“ „Gruppenbildung“ hinweist, und dann weiter meint, dass demnach auch ohne Dazwischentreten eines „Deus ex machina“ an eine Umwandlung des einen Auges in das andere im Sinne der Descendenztheorie nicht gedacht werden könne.

Um so interessanter dürfte dem gegenüber der folgende Nachweis sein, dass in der That auch ein typisches Stemma, und zwar das des Scorpions, eine parcellirte oder, wenn wir so sagen dürfen, eine facetirte Netzhaut besitzt. Bereits im Herbst 1875 erkannte ich auf der napfartig ausgehöhlten Vorderfläche einer frischen Retina eines Mittelauges von Scorpio europ. unterhalb des Glaskörper-Epithels (gl) die auf der aus jener Zeit stammenden Figur 6 dargestellte höchst auffallende Mosaik aus konstant fünfstrahligen Rosetten (r, ro und Fig. 10, 11) und überzeugte mich an reichem frischen Material, das mir der bekannte Arachnologe A. Ausserer verschaffte, dass die Strahlen dieser Rosetten nichts Anderes sind als die an ihrer Spitze hakenartig umgebogenen Stäbchengebilde (Fig. 9, 12).

Diese wichtige Thatsache trug ich dann zuerst in der Januar-

sitzung der zool.-bot. Ges. in Wien (1876) vor, wobei ich die Rosetten mit den mehrtheiligen Endkolben (des Sehstabes) von *Herbstia* (Leydig, Histologie p. 251 Fig. 133 A) verglich.

Ausserdem erwähnte ich noch dieses Factum in meinem Buch „Organismus der Insecten“ (München 1877), wo es p. 286 heisst: „Eine merkwürdige Erscheinung haben wir schon vor längerer Zeit an den Scorpionaugen entdeckt. Hier sondern sich die aus mehreren Körner- und Faserlagen (Ganglienzellen- und Opticusfaserschichte!) sich erhebenden Sehstäbe in Gruppen von je fünf Individuen.“

Neuestens habe ich mich nun, unter gleichzeitiger Revidirung der älteren Präparate überzeugt, dass diese Gruppierung keineswegs bloss auf die Mittelaugen beschränkt, sondern in ganz gleicher Weise auch den Seitenaugen eigen ist, worüber man den Flächen-schnitt Fig. 8 einsehe. Auch hier findet man stets nur pentamere Rosetten und bemerkt zugleich, dass die bei der höchsten Einstellung ganz kurzen, beim Senken des Tubus aber sich verlängernden d. i. auf grössere Tiefen hinab sichtbar werdenden Stäbe bis zur Spitze hin von einem besonderen Futteral, d. i. eben vom Retinalschlauch umhüllt sind.

Dass nun aber diese (bei der tiefsten Einstellung ca. 0,03 mm breiten) Gruppen wirklich den Retinulae des Facettauges entsprechen, zeigt am Besten die Vergleichung z. B. mit der *Tipula*-Retina (Grenacher's Fig. 44, 45), wo man in der That ganz ähnliche, aber bekanntlich siebenstrahlige Stäbchenrosetten wahrnimmt.

Ungewiss bleibt mir aber, ob diese Endzellen- resp. Stäbchengruppen durch besondere Pigmentzonen von einander isolirt sind. Auf dem Präparat Fig. 6 und 8 finden sich Andeutungen davon und auch der Tiefenschnitt Fig. 13 (links) würde dem nicht widersprechen; es fehlt mir aber gegenwärtig das Material, um diese wichtige Frage endgültig zu lösen.

Da die stemmalen Stäbchen in der Regel mehrtheilig, die von *Scorpio* aber entschieden einfach sind, so ergibt sich von selbst die Frage, ob zwischen dem polymeren Stäbchen einer Endzelle und dem rhabdom-artigen Stäbchencomplex einer ganzen Zellgruppe eine gewisse functionelle Uebereinstimmung besteht.

Auf alle Fälle hat man es hier mit einem hochinteressanten Fall von Convergenzbildung zu thun; da von einem unmit-

telbaren Uebergang eines so hoch differencirten Stemma's in ein Facettauge in der That nicht wohl die Rede sein kann.

Hauptergebnisse.

1. Die Cornea-Linse des Stemma's zeigt nicht bloss die lamellare Structur, sondern auch die feinen Porenkanäle der integumentalen Chitin-Cuticula.
2. Die Retina des Stemma ist in ihrer ganzen Ausdehnung durch eine besondere cuticulare mit der Sclera zusammenhängende Zwischenlamelle (präretinales Septum) vom integumentalen Epithel (Hypodermis, „Pigment-“ und „Glaskörper“-zellen) abgesondert. — Dies spricht (vom rein topographischen Standpunct aus) für die Ausschliessung derselben von der Hypodermis.
3. Der einzelne Retinastrahl des Stemma ist im Allgemeinen keine einfache Zelle (Grenacher), wie jener des Facettauges, sondern gliedert sich in zwei Abschnitte, in eine basale Ganglienzelle und in einen ein- (vielleicht z. Th. auch zwei-) kernigen Endschlauch. Dies spricht gegen die unmittelbare Vergleichbarkeit des gesammten stemmalen Retinastrahles mit den „Retinazellen“ des Facettauges.
4. Der Axenstab der Retinaschläuche von Buthus scheint eine directe mediane Fortsetzung der Ganglienzelle, resp. der Opticusfaser zu sein.
5. Die Retinaschläuche von Buthus convergiren keineswegs alle gegen die Linse zu, sondern die äussersten endigen schon tief unten an der Wand der Augenkapsel und rücken stufenweise gegen den Kelchrand resp. gegen die obere Fläche des Retinapolsters empor.
6. Die Enden der Retinaschläuche scheinen, z. Th. wenigstens, die Matrix der Sclera zu bilden.
- 7) Die Retinalschläuche des Buthus-Stemma sind nicht isolirte Elemente, sondern pruppiren sich, wie im Facettauge, zu pentameren (retinula-artigen) Perceptionsorganen höherer Ordnung.

Größen-Angaben in Millim.

	Linse		$\frac{b}{d}$	Glaskörper		Ganglienzelle		Endschlauch	
	Breite b	Dicke a		Zelle.	Kern.	Zelle.	Kern.	Breite	Kern.
Scorpio eur. Seitenaug	0.22	0.28	0.7	0.006		0.015	0.01		
Buthus afer Mittelaug	0.41	0.30	1.4	0.008	0.006	0.017	0.01	0.01	0.005
Epeira Schreib. Vorderaug	0.20	0.15	1.3		0.006	0.01	0.006	0.006	0.004
Hinteraug						0.01	0.006	0.006	
Julus sabul.	0.05	0.08	0.6	0.008 Dicke.		0.005			
Scolopend. cing.	0.23	0.22	1.0	0.011			0.008?	0.007	
Lithobius forf.	0.07	0.07	1.0	0.008		0.008			

Erklärung der Abbildungen auf Tafel V bis VII.

Durchgehende Bezeichnungen.

aCu äussere Cuticula.

c-l Cornea-Linse.

P weite }
p feine } Cuticula-Poren.

hp Integumental-Epithel, (Hypodermis).

pz Linsen-Rand- oder Pigmentzellen.

gl Linsenepithel- oder Glaskörperzellen.

gr innere cuticulare Grenzhaut der Hypodermis.

sc Fortsetzung der Grenzhaut auf die Retina (Sclera).

la Fortsetzung der Grenzhaut auf die Vorderfläche der Retina
(präretinale Zwischenlamelle oder sog. Hyaloidea).

Fig. 9–12. *Scorpio europaeus* Schr. Mittelauge. Verschiedene Ansichten der Stäbchen-Gruppen von frischen Augen.

Fig. 9. Eine Gruppe halb von der Seite gesehen. Man sieht die hakenartige Umbiegung der Stäbchenspitze.

Fig. 10. Von oben bei hoher, Fig. 11 bei tiefer Einstellung.

Fig. 12. Frische isolirte Endschläuche mit den hakenartigen Stäbchenenden. Zeiss. Immers. II.

Fig. 13. *Buthus afer* L. Mittelauge. Medianschnitt. Cam. lucida-Zeichnung links im natürlichen, rechts im entfärbten Zustand. Man beachte das hypodermale Randpigment (Iris Ir.), dann den dunkeln (rosafarbigem) Saum um die Retina (rechts), sowie die Kerne der Ganglienzellen (gz). h Spaltraum in der Cornealinse. Zeiss Imm. III.
Vergr. $\frac{120}{1}$.

Fig. 14. *Buthus afer* L. Die äussere Partie (rechts) desselben Schnittes bei sehr starker Vergrößerung. $\frac{1000}{1}$.

Tafel VI.

Fig. 15. *Scolopendra cingulata* L. Seitentheil des Kopfes mit den Augen.

Fig. 16. *Scolopendra cingulata* L. Transversalschnitt (in der Richtung x x Fig. 15) im unentfärbten Zustand. Man beachte den ziemlich dicken Glaskörper (gl) und das sich auf den Sehnerv (no) fortsetzende Netzhautpigment mit der relativ hellen Mittelzone (d).
Vergr. $\frac{70}{1}$.

Fig. 17. *Scolopendra cingulata* L. Dasselbe bei stärkerer Vergrößerung. Zeiss Imm. L. cam. luc. nach Entfärbung mit Kalilauge. Retina des äusseren Auges (a) in toto mit durch den Linsenboden durchscheinendem Glaskörper; die des inneren (i) im Durchschnitt (Glaskörper zu schmal gezeichnet). Vergr. $\frac{160}{1}$.

Fig. 18. *Scolopendra cingulata* L. Randpartie desselben Retinaschnittes. k Kern der nach Kalilaugezusatz tiefblau sich färbenden Sclera-Matrix. mk Mittelkerne. Zeiss Imm. III. Vergr. $\frac{1300}{1}$.

Fig. 19. *Scolopendra cingulata* L. A Glaskörper. B Endschläuche mit den Stäbchen von der Fläche gesehen. Vergr. $\frac{1400}{1}$.

Fig. 20. *Julus sabulosus* L. Querschnitt durch den entkalkten Kopf in der Gegend der Augen (au). Man sieht in der Mitte das Schlundrohr (sch) mit seiner längsfaltigen Chitin- resp. Schleimhaut und den Längs- und Ringmuskeln. Darüber das Gehirn (oberes Schlund-

ganglion) mit mehrfachen zum Theil sich kreuzenden Faserzügen und den hauptsächlich an der Hirnrinde postirten grossen Ganglienzellen mit Kern und Kernkörperchen. Beiderseits die lobi optici und nach unten, rings um den Schlund, die Kommissuren (co) zum unteren kleinen Schlundganglion (uG). m Muskeln mit der sehnigen Platte (s), dr tubulöse (Speichel-) Drüsen. bl mit Blut gefüllte Hohlräume über dem Gehirn und unter den Augen.

Vergr. $\frac{50}{1}$. Cam. luc.

Fig. 21. *Julus sabulosus* L. Schnitt durch die unmittelbar aneinander stossenden Einzelaugen nach Entfärbung mit Kalilauge. Der Weichkörper des aggregirten Gesamtauges zeigt sich als eine deutlich doppelblättrige gefaltete aber sehr schmale Lage, welche nach Kalilaugezusatz gelblich erscheint, während die Linsen und die Cuticula überhaupt sich violett färben. pg Stärker pigmentirte oberflächliche Flecke der Cuticula, die man auch zwischen den einzelnen Ocellen findet. no Gemeinsamer an die Augen tretender und sich dort verzweigender nerv. opt. Zeiss F. Vergr. $\frac{160}{1}$.

Fig. 22. *Julus sabulosus* L. Ein Einzelauge ebendaher mit Zeiss Imm. III angesehen. gl Kerne des Glaskörpers. r grosse (Ganglienzellen?) Kerne in der Retina. Vergr. $\frac{700}{1}$.

Fig. 23. *Lithobius forficatus* L. Kopf-Querschnitt. au aggregirte Ocellen. lo lobi optici. he obere Hirn-Hemisphären. bi spongiöses Bindegewebe. s innen gezähneltes Schlundrohr. osm den meisten Tracheaten zukommende Muskeln, womit die obere Schlundwand in die Höhe gezogen, resp. der Schlund erweitert wird. tr Tracheen, k Mandibeln. km zugehörige Muskeln. Camera lucida Vergr. $\frac{30}{1}$.

Fig. 24. *Lithobius forficatus* L. Einzelnes mit Oxalsäure entfärbtes Stemma. Man sieht an der Hinterfläche der Linse den aus sehr breiten Pflasterzellen bestehenden Glaskörper und (bei anderer Einstellung) die stäbchenartigen Gebilde der Retina. Ganglienzellen gz (innerhalb der Sclera!) sehr deutlich. Zeiss Imm. III. Vergr. $\frac{300}{1}$.

T a f e l VII.

Fig. 25. *Epeira Schreibersii* Dol. Vorderes Mittel- oder sogenanntes Stirnauge. Vorderste oder frontale Partie eines medianen Tiefschnittes der Retina und Umgebung nach behutsamer Entfärbung mit Kalilauge mit Zeiss Imm. III. Man beachte die cuticulare Zwischenlamelle (la) vor der Retina, welche sich bei v mit der Sclera vereinigt, dann die unscheinbaren Kerne am

Ende der Retinaschläuche (ak). m Augenmuskelquerschnitte.
Vergr. $\frac{1000}{1}$.

- Fig. 26. *Epeira Schreibersii* Dol. Hinteres Mittel- oder sog. Scheitelauge. Laterale, d. i. gegen die Seitenflanken des Kopfes liegende Partie eines schief von hinten und oben nach vorne und unten gerichteten Schnittes. Links von den typischen stäbchenführenden Schläuchen befindet sich ein besonderer aus Ganglienzellen bestehender Abschnitt (gz) mit einem linsenartig aussehenden Gebilde x. Zeiss Imm. III. Vergr. $\frac{300}{1}$.
- Fig. 27. *Tegenaria domestica*. Zupfpräparat der Scheitelaugen, frisch in Blutserum untersucht. Glaskörperzellen (gl) bis auf eine schwache Körnelung ganz wasserhell, Kerne (a) derselben blass rosa. Ta bläulich grün schimmerndes Tapetum (vgl. Leydig Histologie pag. 254). ax dünne z. Th. zerbrochene Axenstäbe. gz Ganglienzellen mit blass rosafarbigem Kern. Vergr. $\frac{300}{1}$. Zeiss Imm. L.
- Fig. 28. *Tegenaria domestica*. Partie Retina ebendaher, frisch in Osmiumsäure. Die Axenstäbe erscheinen als spröde, etwas gelblich glänzende Gebilde vom Aussehen eines zarten Chitinhaares. gz Ganglienzellen in einem weitmaschigen Netz schwarzbrauner Pigmentkörner, no Ast des nervus opticus mit seiner chitinösen Scheide (sch). Vergr. $\frac{800}{1}$ (Axenstäbe) $\frac{1200}{1}$. Zeiss. Imm. L.
- Fig. 29. *Tegenaria domestica*. Stück Retina ebendaher frisch im Blut des Thieres. gl Glaskörperzellen. st Stäbchen deutlich rosaviolett gefärbt. ak präbacillärer Kern der Endschläuche (nicht zu verwechseln mit den viel grösseren Glaskörperkernen). Vergr. $\frac{1000}{1}$. Zeiss Imm. L.
- Fig. 30. *Tegenaria domestica*. Krystalloide Plättchen des Tapetums im frischen Zustand mit Zeiss Imm. L. Vergr. $\frac{1200}{1}$.
- Fig. 31. *Thomisus* sp. Zupfpräparat. Retinale querstreifige (runzelige?) Endschläuche der Scheitelaugen frisch in Osmiumsäure. Glaskörperzellen (gl) scheinbar in kontinuierlichem Zusammenhang mit den Retinalschläuchen. Vergr. $\frac{500}{1}$.

Nachtrag, betreffend die Convergenz zwischen dem Tracheaten- und Annelidenstemma.

Von

V. Graber.

Meine neuesten zur Prüfung gewisser Fragen auch auf die Anneliden ausgedehnten Augen-Studien ergaben bisher folgendes.

1. Die Augen der Nereiden i. w. S., die man bisher z. Th. als einfache Pigmentflecke aufführte, besitzen einen aus modificirten Hypodermzellen bestehenden Glaskörper mit basalen Kernen.
 2. In diesem grosszelligen Glaskörper differencirt sich häufig (Eunice, Nephthys etc.) ein geschichteter und von einer besonderen Kapsel umgebener linsenartiger Binnenkörper.
 3. Unter dem Glaskörper findet sich überall eine besondere in Karmin sich rasch röthende cuticulare Glashaut.
 4. Die Retinalschläuche zeigen im Allgemeinen den von Greeff bei den Alciopiden geschilderten Bau, lassen aber meist ausser dem basalen noch einen präbacillären und (Eunice z. B.) bisweilen auch einen mittleren (dritten) Kern erkennen.
 5. Die hohlen (röhrenf.) Stäbchen sind von einem von der Ganglienzelle ausgehenden dünnen Axenfaden durchzogen.
 6. Daraus ergibt sich zur Genüge die Convergenz mit dem Tracheatenstemma, nur dass hier der Linsenkörper, ähnlich wie im Raupenstemma, nicht äusserlich, sondern im Innern der integumentalen Zellschichte differencirt wird.
-

Neue Untersuchungen zur Anatomie der Seitenorgane der Fische.

I. Die Seitenorgane von Chimaera.

Von

B. Solger.

Hierzu Tafel VIII.

Wenn die Reihe von Untersuchungen der als Seitenorgane bezeichneten Hautsinneswerkzeuge, deren erster Abschnitt hier vorliegt, mit einer Schilderung des Befundes von Chimaera eröffnet wird, so involviret dieses Beginnen, wie der Verfasser dieses Aufsatzes sich wohl bewusst ist, einen Verstoss gegen die Ordnung, an welcher eine streng methodische Vergleichung der Organe innerhalb des Wirbeltliier-Stammes gegenwärtig festhalten muss. Amphioxus, und wenn hier, wie es wahrscheinlich ist, keine Anknüpfungspunkte sich finden sollten, die Cyclostomen würden an die Spitze der Betrachtung zu stellen sein, die dann zu den Selachiern und nun erst zu den Holocephalen, zu denen Chimaera gehört, sich wenden müsste. Denn bezüglich der Cyclostomen liegen bereits werthvolle, thatsächliche Nachweise vor, welche das Vorkommen ganz ähnlich gebauter Sinnesorgane auch innerhalb dieser Gruppe lehren, und die von Langerhans¹⁾ dazu benutzt werden, die Organe der Cyclostomen den Seitenorganen höherer Thiere vollkommen gleichzusetzen. Ich muss zu meinem grossen Bedauern gestehen, dass ich das an einer anderen Stelle²⁾ gegebene Versprechen, mich über die Auffassung dieser Bildungen äussern zu

1) P. Langerhans, Untersuchungen über Petromyzon Planeri. Ber. der naturf. Gesellsch. zu Freiburg 1873.

2) Leopoldina XIV. 19—20.

wollen, zur Stunde noch nicht einzulösen im Stande bin, und zwar hielt ein rein äusserer Grund, der Mangel an hinreichend gut conservirtem Material, bisher mich davon ab. An Hinfälligkeit und Empfindlichkeit geben nämlich unsere Organe, und besonders gewisse nicht unwesentliche Anhänge derselben — darüber sind alle Untersucher einig — den denkbar zartesten Objecten histologischer Forschung Nichts nach, und daher sollte zur Aufhellung der hier noch strittigen oder dunkelen Punkte das Untersuchungsmaterial eigentlich ausschliesslich dem lebenden Thiere entnommen werden. Ein nicht unbeträchtlicher Theil der bis jetzt von mir untersuchten Selachier genügt nun in der That dieser Forderung, und dieser Punkt an sich böte keine Schwierigkeiten. Dennoch glaube ich es rechtfertigen zu können, dass ich mit der Schilderung der Seitenorgane von Chimära den Anfang mache. Denn wenn man auch bei Beurtheilung einer ganzen Reihe von Organen oder Organsystemen innerhalb der Abtheilung der Wirbelthiere die bei den Selachiern und besonders den Haien gegebenen Verhältnissen zu Grunde legen muss, für die Seitenorgane, d. h. die Sinnesorgane der Seitenlinie und ihrer Verzweigungen am Kopfe¹⁾ liegt die Sache anders. Bei den Holocephalen finden wir nämlich durchweg das Sinnespithel im Grunde einer dem Integumente eingebetteten Rinne, deren Ränder zwar nahe sich berühren können, nirgends aber bis zur Verschmelzung sich mit einander vereinigen. Wir haben es also bei Chimaera sowohl, wie bei Calorhynchus, dem zweiten Repräsentanten der Gruppe, mit einem Halbkanale zu thun, während bei den Selachiern der geschlossene Kanal die regelmässige Bildung vorstellt. Nur eine einzige Stelle am Körper eines Plagiostomen ist mir bekannt geworden, die gleichfalls noch die Rinnenform der Seitenlinie aufweist: es ist dieses die Schwanzgegend — das ganze Thier lag mir nicht vor — von *Echinorhinus spinosus*²⁾.

Es erhebt sich nun die Frage: Welches Verhalten stellt das Ursprünglichere dar, der Halbkanal oder der Kanal? Das entschei-

1) Die Lorenzini'sche Ampulle, die man mit den Seitenorganen früher als „Schleimkanäle“ zusammenfasste, lasse ich hier bei Seite.

2) Nach der von Herrn A. A. W. Hubrecht gütigst ausgeführten Bestimmung.

dende Wort zu sprechen wird vor Allem die Entwicklungsgeschichte befügt sein. Für die Selachier haben Semper und Balfour Angaben gemacht; nach ihnen entsteht aus einer soliden Epitheleinwachsung, die von der Epidermis aus in das Corium sich einsenkt, durch Dehiscenz der zelligen Elemente ein Epithelrohr, dessen später auftretende seitliche Oeffnungen in ähnlicher Weise wie das Lumen dieser Röhre, durch Weiterschreiten desselben Spaltungsvorgangs bis zur Oberfläche der Epidermis zu Stande kommen. Nach einem anderen Modus geht die Bildung des Seitenkanals der Knochenfische vor sich. F. E. Schulze schildert uns als erstes Stadium das Auftreten einer rinnenförmigen Einsenkung beider Hauptschichten des Intugements, deren Ränder dann in zweiter Linie bis auf gewisse offen bleibende Lücken mit einander verwachsen. Für die Holocephalen liegt entwicklungsgeschichtliches Material überhaupt nicht vor; wir sind daher auf die Abwägung wie Wahrscheinlichkeiten angewiesen. Nun springt aber die Uebereinstimmung des fertigen Zustandes von Chimaera mit dem rasch vorübergehenden rinnenförmigen Stadium des Seitenkanals der Knochenfläche sofort in die Augen und stellt sich so, den Teleostiern gegenüber, als der ursprüngliche Zustand heraus. Aber ebenso auch den Selachiern gegenüber; denn das Vorkommen eines Halbkanals bei Echinorhinus darf dann ebenfalls als primitivere Einrichtung gelten, die hier sich noch erhalten, sonst aber allgemein dem abgeleiteten und überdies genetisch verschiedenen Zustand Platz gemacht hätte.

Während eines vom hohen Ministerium des Cultus zu Berlin mir geneigtest gestatteten Aufenthalts an der zoologischen Station zu Neapel war die zu dem selteneren Material zählende Chimaera nur in zwei Exemplaren vorgekommen; nur eines derselben, ein vollkommenen frisches, wurde zur Untersuchung, die ja nach Leydig's und Hubrecht's Arbeiten die gröberen Verhältnisse unberücksichtigt lassen konnte, für tauglich befunden. Mit dieser nothgedrungenen Beschränkung bitte ich die Lücken, welche diese Arbeit verunzieren, entschuldigen zu wollen; sie hätten nur durch fortwährende gleichzeitige Controle an frischen Objecten vermieden werden können.

Dem Leiter der Anstalt, Herrn Dr. Dohrn, sowie den Beamten derselben, besonders Herrn Dr. H. Eisig und Herrn Dr. P. Majer sage ich für die mannigfache liebenswürdige Unter-

stützung den herzlichsten Dank; nicht minder verpflichtet fühle ich mich durch die vielfache Förderung dieser Untersuchungen seitens der Directoren des Halle'schen anatomischen Instituts, den Herren Professoren Welcker und Steudener, sowie Herrn Hofrath Gegenbaur, was ich öffentlich zu bezeugen nicht unterlassen kann.

(Litteratur.) Seit Leydig's Arbeit¹⁾, die im Jahre 1851 die Resultate einer anatomischen und histologischen Untersuchung von Chimaera brachte, scheint der feinere Bau der Seitenorgane dieses Fisches nicht mehr zum Gegenstand der Forschung genommen worden zu sein. Da dieser Autor an frischem Materiale arbeitete, so wurden nicht nur die Formverhältnisse, sowie die Anordnung der Seitenlinie und ihrer Verzweigungen am Kopfe festgestellt, sondern auch der Versuch gemacht, in den histologischen Aufbau derselben einzudringen. Leydig suchte vor Allem nach den von ihm beim Kaulbarsch (*Acerina cernua*) entdeckten Endorganen, den „Nervenknöpfen“, freilich vergebens. „Doch möchte ich, fährt er fort, ihr Vorkommen noch nicht leugnen, da die Untersuchung der Schleimkanäle hier manche Schwierigkeiten bietet.“ Von dem auskleidenden Epithel meldet er, „dass es aus rundlichen, zarten, mit feinkörnigem Inhalt erfüllten Zellen besteht, die sich von den Epidermiszellen der äusseren Haut auf den ersten Blick unterscheiden lassen“ (l. c. S. 252).

Eine zweite, weit jüngere Publikation, die von A. A. W. Hubrecht veröffentlichten: „Beiträge zur Kenntniss des Kopfskeletes der Holocephalen“²⁾, berührt die Organe der Seitenlinie, da sie ganz andere Ziele sich gesteckt hatte, zwar nur vorübergehend und nur im Dienste ihrer Aufgabe; sie ist jedoch der Litteratur der Seitenorgane einzuverleiben, da in ihr weitere beachtenswerthe Angaben über das macroscopische Verhalten des für die Aufnahme der Sinnesorgane bestimmten Rinnen-Systems von Chimaera und Calorhynchus, die hier zu benutzen sein werden, nieder-

1) Leydig, Zur Anatomie und Histologie der Chimaera monstrosa, Müll. Arch. Jahrg. 1851, S. 241 ff.

2) Niederländisches Archiv f. Zool. B. 3. S. 155. 1876—77.

gelegt sind. Abbildungen des Verlaufs dieser Furchenlinien gaben beide Autoren, Leydig in seiner Histologie von Chimaera (Fig. 103, I und II) und Hubrecht von Chimaera (Tafel XVII. Fig. 5 und 6) und von Calorhynchus (Fig. 7).

Die Ramifikation der Halbkanäle des Kopfes von Chimaera, die, wie sonst allgemein, die unmittelbare Fortsetzung der einfachen Seitenlinie des Rumpfes bilden, wird von beiden Forschern im Wesentlichen übereinstimmend beschrieben und abgebildet; ich kann mich also darauf beschränken, die wichtigsten Züge ihrer Schilderung, die nur geringfügige individuelle und sexuelle Verschiedenheiten zu notiren hat, im Folgenden wiederzugeben.

Die Uebereinstimmung mit der Verzweigung des Kanalsystems am Kopfe der Teleostier ist nicht zu verkennen. Der einfache Stamm des Rumpfes spaltet sich hinter dem Auge in zwei Aeste, die nach ihrem weiteren Verlaufe als Supra- und Infraorbital-Ast bezeichnet werden. Ersterer anastomosirt zunächst in der Hinterhauptgegend, sodann an der Spitze der Schnauze mit dem der anderen Seite. Anastomosen sind auch sonst mehrfach vorhanden; so stellen die für die Schnauze bestimmten Verzweigungen des zweiten, des Infraorbitalastes, mit den entsprechenden Zügen der anderen Seite zusammen vollkommen geschlossene, direct ineinander übergehende Bogen dar. Ausserdem entsendet dieser Ast einen Ausläufer gegen den Unterkiefer hin und einen zweiten, der die Oberfläche des Kiemendeckels kreuzt. Den Verlauf der Seitenlinie des Rumpfes schildere ich mit Leydig's Worten: „Verfolgt man die Seitenlinie nach hinten, so gestaltet sich die Sache einfacher. Auf dem ganzen Wege nämlich findet keine Verzweigung statt, höchstens ändert die Richtung der Seitenlinie etwas ab, sie wendet sich am Ende der zweiten Rückenflosse, nachdem sie bisher der Rückenfläche näher als der Bauchfläche verlaufen ist, plötzlich nach unten und verläuft so bis in den feinen Schwanzfaden“ (l. c. S. 250).

Was Calorhynchus betrifft, so bedingt die abweichende Configuration der Schnauzenregion auch einige Modificationen im Verlaufe der für diesen Körpertheil bestimmten Halbkanäle; doch lässt sich das Bild ihrer Verzweigung ohne Schwierigkeit auf den bei Chimaera ausgeprägten Typus zurückführen. Wichtiger ist der Unterschied, den die Seitenkanäle beider Genera hinsichtlich ihrer Formverhältnisse in charakteristischer Weise

zur Geltung bringen. Chimaera besitzt zwei verschiedene Formen derselben; die eine und, wie ich gleich hinzufügen will, weiter verbreitete Form hat an allen Stellen ihres Verlaufes denselben Querdurchmesser; sie ist demnach überall von parallelen Rändern begrenzt, die übrigens, wegen ihres geringen Abstandes, fast bis zur gegenseitigen Berührung sich einander nähern (Fig. 1). Der Rumpf und der hintere Abschnitt des Kopfes ist ihr Verbreitungsgebiet, während die Schnauzengegend durch eine ziemlich auffallende Modification dieser ersten Form ausgezeichnet ist. Es characterisirt sich die zweite Art einmal durch grössere Tiefe der Rinne, ferner dadurch, dass die beiden Lippen des Halbkanals an bestimmten Stellen je einen halbrunden Ausschnitt erhalten; beide schliessen sich zu einer halbkugelähnlichen Vertiefung zusammen. Leydig (l. c. S. 251) gibt folgende genauere Schilderung: „Die Halbkanäle erweitern sich hier (an der Schnauze) in Abständen von zwei bis drei Linien zu rundlichen, zwei Linien im Durchmesser haltenden Oeffnungen, was der Rinne dann ein rosenkranzförmiges Aussehen verleiht.“ Fig. 2 dieser Arbeit giebt die soeben geschilderten Verhältnisse in natürlicher Grösse wieder.

Während somit die Halbkanäle der vordersten Kopfregion von Chimaera eine bemerkenswerthe Differenzirung aufweisen, hat Calorhynchus nach Hubrecht den indifferenten Zustand überall beibehalten. Ein besonderes Interesse würde jedoch dieses verschiedene Verhalten für's erste nicht beanspruchen können, wenn es sich nur um äusserliche Formuntersehiede der Rinnen handelte, ohne dass gleichzeitig auch der Bau der von ihnen umschlossenen Sinnesorgane modificirt wäre. Allein die Vergleichung zweier Querschnitte, von denen der eine der Schnauze, der andere dem Rumpfe entnommen ist, belehrt uns sofort, dass die Aenderung der äusseren Erscheinung nur der Ausdruck einer Differenzirung der gesammten Bildung ist. Das Endorgan selbst zeigt sich, im Einklange mit den Formverhältnissen der Halbkanäle, hier einfacher, dort complicirter gestaltet. Wenden wir diese Erfahrung auf Calorhynchus an, so kommen wir zu dem Schlusse, dass dem tropischen Repräsentanten der Holocephalen höchst wahrscheinlich ausschliesslich weniger ausgebildete Endapparate zukommen möchten. Die Untersuchung der Seitenorgane dieser Gruppe müsste demnach zweckmässig von denen des Calorhynchus, oder wenigstens von der vorhin als ersten Form bei Chimaera bezeichneten ausgehen, denn

sie repräsentirt unzweifelhaft das primitivere Verhalten. Sie soll denn auch in der Folge als „primäre Form“ der „secundären“, welche die weitergebildete Organe der Schnauze umfasst, gegenübergestellt werden.

Es bedarf daher der Umstand, dass die Darstellung der eigenen Untersuchungen, zu der ich mich jetztwende, im wesentlichen auf die Schilderung des Baues der secundären Form sich reducirt, besonderer Entschuldigung. Zwei Momente wirkten zusammen, die Resultate der Untersuchung der Rumpforgane zu trüben: zunächst war die Epithelbekleidung dieser mit schmäleren Stützen ausgerüsteten Halbkanäle von vornherein weniger gut erhalten; das Uebel wuchs, als auch die Conservirung mir hier nicht in wünschenswerther Weise gelang. Bringt man nun noch in Anschlag, dass die weit geringeren Grössenverhältnisse die Beobachtung erschweren, so wird man die bedauerliche Lücke, die ich unausgefüllt lassen musste, einigermassen verzeihlich finden. An dieser Stelle werden spätere Untersucher zunächst einzusetzen haben, um gleichzeitig mit der Erforschung des feineren Baues der Rumpforgane einen Punkt, und zwar durch Schnittreihen, zu eruiren, den ich ebenfalls offen lassen musste, nämlich die Frage nach der Metamerie der Seitenorgane. Die höchst merkwürdige Parallele, die H. Eisig¹⁾ zwischen den Seitenorganen der Capitelliden und denen der amnionlosen Wirbelthiere vor Kurzem aufgedeckt hat, sichert natürlich allen Thatsachen, die im Sinne einer ursprünglich segmentalen Anordnung dieser Sinnesorgane sprechen, das grösste Interesse.

(Untersuchungsmethode.) Der Darlegung meiner eigenen Beobachtungen lasse ich die Angabe der Methoden vorausgehen, mit deren Hülfe das Material der Untersuchung zugänglich gemacht wurde. Den ausgedehntesten Gebrauch machte ich auf Eisig's Empfehlung hin (l. c. S. 341, Anm. 2.) von der durch Merkel in die histologische Technik eingeführten Mischung von Platinchlorid- und Chromsäurelösung (1 : 400 zu gleichen Theilen). Die Objecte blieben etwa 6—12 Stunden der Einwirkung dieser Flüssigkeit ausgesetzt. Auch in der weiteren Behandlung schloss ich mich an Eisig an: das Material kam demnächst in 70 0/0,

1) H. Eisig, Die Seitenorgane und becherförmigen Organe der Capitelliden, in Mittheilung. d. zoologischen Station z. Neapel, Bd. I, 2. Heft.

dann in 90 % Alcohol. Um genügende Färbung in toto zu erzielen, müssen die nicht zu grossen Stückchen (etwa 1 cm lang) auf 2—3 Tage in die Kleinenberg'sche Hämatoxylin-Lösung gebracht werden, deren Ueberschuss durch längeres Auswaschen mit 90 % Alcohol entfernt wird. Der Vollständigkeit halber sei auch das übrige Verfahren bis zur Herstellung der Schnitte kurz angegeben: Einlegen in absoluten Alcohol, dann in Terpentinöl, hierauf in eine Mischung von Paraffin und Terpentinöl, schliesslich Einschmelzen in ein Gemenge von Paraffin und etwas Cacaobutter. Nächstdem wurden Lösungen verschiedener Concentration von Osmiumsäure und Chromsäure in Anwendung gebracht. Ich bedaure, dass die Knappheit des Materials mir diese Beschränkung hinsichtlich der Zahl der Conservierungsflüssigkeiten auferlegte. Namentlich hätte ich gerne noch die Müller'sche Flüssigkeit verwendet. Besonders wünschenswerth wäre es gewesen, das Totalbild der Schnitte an Macerationspräparaten controlirt und so in Einzelheiten aufgelöst zu haben, die jede falsche Deutung ausgeschlossen und neues Detail zur Anschauung gebracht hätten.

(Eigene Untersuchungen.) Die Seitenorgane der vorderen Kopffregion (secundäre Form). Was zunächst die Anordnung dieser Organe betrifft, so wüsste ich den Angaben der Autoren Leydig und Hubrecht nichts Neues hinzuzufügen. Fig. 2a giebt in natürlicher Grösse das Aussehen der Halbkanäle wieder mit ihren rundlichen Erweiterungen oder Ausschnitten, die in ziemlich regelmässigen Abständen aufeinander folgen. Von den Organen selbst ist ja vorläufig Nichts zu bemerken; sie werden erst sichtbar, wenn man die Ränder der Rinnen durch Auseinanderziehen von einander entfernt oder mit der Scheere ganz abträgt. Man erkennt dann, dass die Endorgane zwischen je zwei Erweiterungen sich finden und in der Tiefe eines derartigen fast vollkommen zum Kanal sich schliessenden Rinnenabschnittes geborgen sind, und zwar sind es spindelförmige Erhebungen, deren Längsaxe mit der des Halbkanals zusammenfällt. Sie sind in Fig. 2b halbschematisch dargestellt; durch Aufträufeln von Osmiumsäurelösung war die Form der Endorgane fixirt und auf diese Weise auch das zugehörige Nervenstämmchen gut sichtbar gemacht worden. Die Nervenfasern stammen vom N. trigeminus; in kleinere Aestchen aufgelöst treten sie von der Seite in je eine Erweiterung ein, um entweder nur an eine, oder durch Auseinanderweichen in entgegen-

gesetzter Richtung, an zwei Endknospen zu gelangen. Zur vorläufigen Orientirung über den Aufbau dieser vom Grunde der Rinne aufstrebenden Hervorragung lege man Querschnitte an: man erkennt alsbald, dass verschiedene Momente zusammenwirken, um die Spitze des Endhügels — wie wir das gesammte Gebilde heissen können — über die Thalsohle zu erheben. Die Basis des Ganzen bildet eine leistenförmige Erhebung der Lederhaut, die in der Mitte ihrer Längsausdehnung am höchsten, nach beiden Enden hin aber niedriger und schmaler wird, und schliesslich vollends verschwindet. Die Erweiterungen der Halbkanäle zeigen keine Spur mehr davon, weder von dieser Corium-Erhebung selbst, noch auch von dem charakteristischen Epithel, das über ihre Höhe sich verbreitet. Diese Lederhautpapille, wenn dieser Ausdruck hierfür gestattet ist, lässt drei Flächen deutlich erkennen: eine obere, für uns die weitaus wichtigste und zwei seitliche. Die obere Fläche, welche das Sinnesepithel trägt, ist leicht concav; sie geht beiderseits mit scharfer Knickung in die Seitenfläche über, die in sanfter Abdachung nach unten sich verlieren (Fig. 4). Von der Structur dieser Erhöhung ist Nichts besonderes zu melden; sie besteht aus lockerem Bindegewebe, das sich gegen das Epithel hin, wenigstens an den Seitenflächen, mittelst zierlicher Zählung abgrenzt (Fig. 7). Zwischen den Bindegewebsfasern treten uns die Querschnitte von Blutgefässen und markhaltigen Nervenfasern (Fig. 4, n) entgegen.

Weit länger als diese Lederhauterhebung wird uns das Verhalten des Epithels derselben beschäftigen, das, wie schon angedeutet, die obere und die beiden seitlichen Flächen mit sehr verschiedenen Elementen überkleidet, mit Sinnesepithel nämlich die muldenförmig vertiefte Höhe, mit indifferentem Epithel die Abdachung.

Zur Erläuterung des Sinnesepithels dienen die Figuren 5 a, 5 b und 6, die sämtlich Querschnitte darstellen, und zwar Fig. 5 b einen Abschnitt aus der centralen Partie des Sinnesepithels, während Fig. 5 a und 6 dem seitlichen Grenzbezirk desselben entnommen sind, und daher (am rechten Rande der Zeichnung) schon Zellformen vorführen, die den Uebergang zu der Epithelbekleidung des Abhanges bilden. Gerade hier bei der Schilderung dieser wichtigen Elemente vermisse ich besonders ungern die Hülfe, die von gut gelungenen Macerationspräparaten zu erwarten wäre. Auch

diesen Punkt möchte ich daher der Berücksichtigung späterer Untersucher ausdrücklich empfehlen. Wir sehen uns daher auf Schnittpräparate angewiesen, die von Objecten aus Merkel'scher Flüssigkeit und Hämatoxylinlösung stammen. Als die eigentlichen Sinneszellen, d. h. als die Zellen, welche in directem Zusammenhange mit den letzten Ausläufern der Nervenfasern stehen, bin ich diejenigen Zellformen anzusprechen geneigt, die in Fig. 6 mit b und c bezeichnet und in Fig. 5 a (am linken Rande der Zeichnung) und mehrfach auch in Fig. 5 b ohne besondere Bezeichnung wiederkehren. Es sind meist Elemente von kolbenförmiger Gestalt, die mit dem unteren aufgetriebenen Ende in der Regel weit herabragen und durchschnittlich zwei Drittel der Gesamthöhe des Epithels durchmessen (Fig. 6 b); doch kommen, wenn gleich seltener, auch weit kürzere Elemente vor (Fig. 5 b). Der mit Hämatoxylin intensiv sich färbende ovale oder rundliche Kern gehört ganz constant dem untersten Abschnitt des Zellenleibes an; einen nicht minder regelmässigen Befund stellen die grösseren oder kleineren Körner des Protoplasmas dar, welches in der Umgebung des Kerns zu einer gleichmässigen, dunkelgrauen Wolke verdichtet erscheint. Nicht so regelmässig begegnen wir zwei weiteren Eigenthümlichkeiten des kolbigen Endes, die vielleicht unter sich in einem näheren Zusammenhange stehen, nämlich 1. einer Vacuolenbildung (Fig. 5 b und Fig. 6, in Fig. 5 a dagegen fehlend) und 2. einer netzförmigen Auflösung, wenn ich mich so ausdrücken darf, des unteren Zellenabschnittes. Dieses Verhalten, das gleichsam nur eine Weiterbildung des Vacuolenstadiums darstellt, findet sich in Fig. 5 b bei n dargestellt. Nicht selten sieht man ferner, z. B. in der zuletzt genannten Figur, einfache oder verästelte Fortsätze von den unteren Enden der Zellen nach abwärts ziehen, aber diese Bilder dürfen zunächst nicht zur Unterstützung der oben aufgeführten Deutung dieser Kolbenzellen als Sinneszellen beigezogen werden; denn die spärlich vorhandenen cylindrischen Zellen dieser Gegend, die höchst wahrscheinlich bloss indifferente Stützgebilde repräsentiren (Fig. 5 b, a) senden ganz ähnliche untere Fortsätze aus. Hier müssen vor allem die Resultate der Behandlung mit Osmium ergänzend eintreten, einer Methode, die ja sonst in ähnlichem Verhältniss zur Merkel'schen Flüssigkeit steht. Die Schnittpräparate der mit Osmiumsäure in Berührung gebrachten Gewebepartien liessen mich jedoch im Stich. Die Zellbekleidung der Ab-

hänge des Coriumhöckers war vortrefflich erhalten, nicht weniger die weiter unten als Cupula zu schildernde Cuticularbildung, welche die Sinneszellen und ihre Nachbarschaft bedeckt, während das Sinnesepithel selbst nicht genügend mit dem Reagens durchdrungen war. Doch sehe ich wenigstens auf einem Schnitt einen schwarz gefärbten Strang, der nach kurzem Verlauf in 3 blässere Zinken gabelförmig sich spaltet, in das Epithel selbst eintreten und bis zur Grenze des unteren Drittels der Epithel-Höhe vordringen. Es ist somit höchst wahrscheinlich geworden, dass es markhaltige Nervenfasern sind, welche über die Grenze des Coriumgewebes hinaus gelangen und innerhalb des Epithels sich nach Verlust der Markscheide mehrfach spalten, um dann mit Zellenausläufern, wahrscheinlich der Kolbenzellen, in Verbindung zu treten. Und wenn man nun nach den Gründen fragt, warum gerade diese Form für die der Nervenendzelle gehalten wird, so kann ich zur Stütze dieser Vermuthung wenigstens zwei Punkte geltend machen. Einmal stimmt die zweite Form der hier in Betracht kommenden Zellen, nämlich die auf Fig. 5 b mit a bezeichnete, durch ihr blasses Aussehen mit den weiter peripherisch sich anschliessenden, sicherlich indifferenten Zellen vollkommen überein, sie gleicht hierin ferner auch den von F. E. Schulze als Deckzellen bezeichneten Elementen der Knochenfische (vgl. Bd. VI d. Arch., Taf. V, Fig. 3, 5, 7); zweitens lassen sich die von demselben Autor als Sinneszellen erkannten birnförmigen Zellen unseren Kolbenzellen ganz gut an die Seite stellen. Hier ist die betreffende Stelle der Beschreibung Schulze's, die auf die Seitenorgane des Kopfes von *Acerina cernua* sich bezieht: „Als von diesen langen blassen Cyliinderzellen gänzlich verschiedene Elemente werden in der obersten Region des ganzen Epithellagers zwischen denselben kurze, bauchige, im Allgemeinen birnförmig gestaltete Zellen mit stark körnigem Inhalt bemerkt“ (l. c. S. 72). Die primäre Form der Seitenorgane von *Chimaera* besitzt Formen von Kolbenzellen, die noch weit mehr in ihrer Gestalt den Birnzellen Schulze's sich nähern. Auch die geringe Verbreitung der kolbenförmigen Elemente und die Localität ihres Vorkommens steht mit der vorgetragenen Deutung im Einklange: sie gehören ausschliesslich den am Boden der Halbkanaäle sich erhebenden spindelförmigen Endhügeln an, fehlen aber auch hier an den seitlichen Abhängen vollständig und finden sich auch auf der oberen Fläche der Endhügel nur in dem mittleren, d. h. von den zugespitzten Enden entfernten Bezirke vor.

Zwischen diesen kolbenförmigen Zellen sind nun cylindrisch geformte blasse Elemente spärlich eingestreut, deren weit weniger intensiv sich färbender Kern in der oberen Hälfte des Zellenleibes sich befindet (Fig. 5 b, a); ich muss sie nach dem oben Gesagten für indifferente Stützzellen halten. In den meisten Fällen unterscheidet man jedoch in dem die kolbenförmigen Zellen trennenden, blassen, streifigen Gewebe keine Kerne und auch nur undeutliche Zellgrenzen.

Nicht selten fallen dem Beobachter zwischen diesem blassen Gewebe längliche, von zackigen oder eckigen Rändern begrenzte Figuren in's Auge, die in Hämatoxylin stark, aber ungleichmässig sich färben und in weit mächtigerer Ausbildung die tiefste Partie des Epithellagers einnehmen (Fig. 5 a, zw). Sie sollen als Zwischenpfeiler bezeichnet werden. Ich stehe nicht an, sie in die Klasse der intercellulären Abscheidungen zu stellen, und in dieser Meinung werde ich durch die Erfahrung bestärkt, dass sie in manchen Flüssigkeiten sich nicht erhalten. So habe ich in den Seitenkanälen eines Rochen (Trygon) an Schnitten durch die mit Merkel'scher Flüssigkeit behandelten Objecte ganz ähnliche Bilder bekommen, während Präparate aus Müller'scher Flüssigkeit Nichts mehr davon aufwiesen. Diese Zwischenpfeiler sitzen dem Corium mit verbreiteter Basis auf; die Lücken zwischen den einzelnen Pfeilern, oder die Nischen zwischen deren Schenkeln nehmen niedrige, etwa cylindrisch geformte, zellige Elemente ein, die ich als Basalzellen (bz in Fig. 5 a) bezeichnen will. Ich konnte sie an den Organen des Kopfes nur undeutlich sehen, jedoch an Präparaten des Rumpfes (der primären Form), die mit Chromsäure behandelt und mit Bismarekbraun gefärbt waren, mit Bestimmtheit sie wahrnehmen.

Auch an anderen Stellen der Epithelauskleidung der Halbkanäle trifft man auf die soeben geschilderten Zwischenpfeiler. Fig. 10 zeigt das Epithel vom Fusse des Endhügels, von der Fläche gesehen, nach Osmiumbehandlung. Im gleichen Niveau mit der Oberfläche des Epithels erscheinen zwischen den Köpfen der Zellen kantige oder buchtige Figuren, die durch die intensiv braune Färbung von der helleren Umgebung scharf sich abheben. Ganz ähnliche Bilder erhält man auch beim Abschaben der Epidermis in der Nähe der Halbkanäle.

Unzweifelhafte indifferente Deckzellen, die mit den von

Schulze (l. c.) abgebildeten Elementen noch weit mehr übereinstimmen, wie die vorhin als Stützzellen benannten Gebilde, treten uns in den von mir mit *d'z* in Fig. 6 und Fig. 5 a bezeichneten Zellen entgegen. Es sind das lange, schmale, blasse Elemente, welche die ganze Höhe des Epithels durchsetzen und der Coriumoberfläche, wie an Isolationspräparaten zu constatiren ist, mit gezählter Basis aufsitzen. In ihrer oberen Hälfte erblickt man nicht selten Vacuolen (Fig. 6, *v*). Sie umsäumen als schmale Zone die Ränder des geschilderten centralen Epithellagers und nehmen daher die Nachbarschaft der Kante ein, welche die obere Fläche von den seitlichen Abhängen der Coriumerhebung trennt.

Wir kommen damit zur Schilderung des Epithelüberzugs der Abdachung selbst, auf den sich die beiden Zeichnungen Fig. 7 und 8 beziehen. Fig. 7 entspricht einer höheren Stelle, Fig. 8 einer dem Fusse des Abhangs näheren. Erstere lässt zwei Schichten erkennen, eine tiefe, dem Corium unmittelbar aufliegende, welche aus einer scheinbar gleichartigen Grundlage ohne deutliche Zellengrenzen und eingestreuten grossen Kernen besteht, und sodann eine oberflächliche, die wieder aus schmalen, oben cylindrischen, nach unten sich zuspitzenden Elementen (*d'z*) sich aufbaut. Die Verbindung beider Schichten vermittelt ein Wald feiner Fäden, von denen ich es unentschieden lassen muss, ob sie mit den Cylinderzellen selbst sich in Verbindung setzen, oder — was mir wahrscheinlicher ist — zwischen die unteren Enden derselben hineinragen. Die Lücke (5. Fig.) zwischen den beiden Schichten ist jedenfalls durch Schrumpfung des Gewebes in Folge der Einwirkung der Härtungsflüssigkeit entstanden. — Sehr verschieden von diesem Bilde erscheint bei der ersten Betrachtung Fig. 8; doch lässt die Vergleichung alsbald verwandte Züge entdecken. Die oberste Schicht wird auch hier von cylindrischen Zellen hergestellt, die zwar breiter, aber dafür auch kürzer geworden sind (*d''z*). Darauf folgen nach abwärts noch zwei Schichten, eine der Lederhaut unmittelbar aufsitzende, meist einfache Reihe kurz cylindrischer oder besonders häufig kegelförmiger Zellen (*k*), und darüber eine in der Figur aus zwei Elementen bestehende Lage (*r*), deren Zellen durch die Grösse und das homogene Aussehen ihres Leibes, den grossen Kern und endlich durch Aussendung langer, spitzer Fortsätze sich auszeichnen, welche letztere zwischen die Basen der oberen und die Köpfe der unteren Zellenlage ein-

greifen. Sie treten besonders deutlich hervor nach Tinction mit gewissen Anilinfarbstoffen ¹⁾, mit oder ohne vorausgegangene Färbung mit Picrocarmin; übrigens stellen sie kein continuirliches Stratum dar, sondern ihr Zusammenhang wird häufig durch senkrecht oder schief aufsteigende Reihen von Kegelzellen unterbrochen. — Das Epithel der Seitenwandung sowie das der Erweiterungen des Halbkanals weicht von dem soeben geschilderten nicht wesentlich ab; den Uebergang in die Epidermis habe ich nicht studirt.

Die folgende Figur (Fig. 9) zeigt die zuletzt erwähnten Cylinderzellen (d''z in Fig. 8) nach Einwirkung von Osmiumsäure von oben gesehen. Bei einer Einstellung, welche die Zellcontouren deutlich hervortreten lässt, erblickt man zwischen den einzelnen Zellterritorien, von deren Grenzen meist durchschnitten, dunkle verwaschene rundliche Figuren, die bei tieferer Einstellung des Tubus zu scharf umschriebenen, blass röthlichen Kreisen werden. Ihr Lichtbrechungsvermögen gleicht dem einer Vacuole (s. Fig. 6 v); ihre regelmässige Anordnung jedoch zwischen den Zellen selbst spricht gegen diese Deutung, so dass ich über die Erklärung dieses Befundes im Zweifel bin. Man begegnet solehen Bildern namentlich auch zwischen dem Epithel, welches den Grund der Erweiterungen der Halbkanäle überzieht. Der Vollständigkeit halber sei auch der hellen, weit kleineren Kreise auf den Köpfen der Zellen selbst gedacht, welche Fig. 9 wiedergiebt. Freie, stiftförmige Fortsätze können es nicht sein, da sie erst dann deutlich hervortreten, wenn weitere Umdrehungen der Schraube den Tubus über die Einstellungsebene der Zellgrenzen hinaus weiter nach abwärts geführt haben. Eher könnte man an Durchbrechungen der Zelldecke denken, die vielleicht mit der Absonderung der sogleich zu beschreibenden Cuticula in Verbindung zu bringen wären.

Die gesammte Oberfläche des Epithelüberzugs, des indifferenten sowohl, wie des Sinnesepithels, sind nämlich von Cuticularbildungen überzogen. In geringer Mächtigkeit und weniger regelmässig gebildet, tritt sie an der Seitenwand des Halbkanals auf und bleibt so bis zur mittleren Höhe des Sinneshügels, während sie weiter herauf und über dem Sinnesepithel selbst zu bedeuten-

1) Z. B. mit Monophenyl-Rosanilinviolett, welches mir gerade zur Hand war.

der Mächtigkeit anwächst, und auf Querschnitten als dachähnliches Gebilde (*Cupula terminalis*) erscheint (Fig. 4, cp). An den Stellen, wo diese Cuticularbildungen von den Köpfen der Cylinderzellen sich etwas abgehoben haben, vermitteln feine Fäden die Verbindung, und zwar gilt dies ebensowohl für die Cuticula der Seitenwand, wie für die Cupula. Der beträchtliche Höhenunterschied (0,017 mm für Cuticula, 0,3 mm für die Cupula) ist übrigens nicht die einzige Differenz zwischen beiden Gebilden. An dünnen Schnitten durch den peripherischen Theil der Cupula nehme ich feine, parallele Streifen wahr, deren Abstand dem Querdurchmesser der Köpfe der Cylinderzellen ziemlich genau entspricht (Fig. 7 cp). Die Streifen lagern bald im Winkel gegen die Längsaxe der Cylinderzellen, wie in der Abbildung, bald in deren unmittelbarer Verlängerung. Mit diesem Befunde stimmt das Bild gut zusammen, welches man bei Betrachtung einer gewissen Cupulafläche — vielleicht auch aller — nicht selten erhält. Es zeigen sich da, ganz wie ich es schon (Centralbl. f. d. med. Wiss. 1877 Nr. 45) für zwei Knochenfische, *Corvina* und *Umbrina* angab, polygonale Felder, die von den Köpfen der darunter liegenden Cylinderzellen nur sehr unbedeutend an Grösse übertroffen werden. Vielleicht ist diese Differenz durch Schrumpfung der im frischen Zustande gallertartigen Cupula zu erklären. Nach alledem darf man die Cupula wohl als Absonderungsproduct der Cylinderzellen ansehen. Mit dieser Auffassung harmonirt es auch, dass diese streifige Zeichnung, auf Querschnitten der Cupula im Centrum derselben, das dem Sinnesepithel selbst aufliegt, nicht zu erkennen ist; denn man wird sich erinnern, dass gerade hier indifferente Zellen nur in geringer Anzahl vorhanden waren (Fig. 6 cp).

Für die so eben geschilderte Cuticularbildung der Seitenorgane von *Chimaera* (und mancher Knochenfische) wurde von mir die Bezeichnung gewählt, mit der Lang die von ihm entdeckte Endkuppe auf der *Crista acustica* der Fische in die Wissenschaft einführte, natürlich nur, um schon durch die Uebereinstimmung des Namens auf die Gleichartigkeit beider Gebilde hinzuweisen. Wenn nun neuerdings Hensen in seinen „Bemerkungen gegen die *Cupula terminalis* (Lang)“¹⁾ die „physiologische Existenz der Cu-

1) Arch. f. Anatom. und Entw. 1878. S. 486.

pula“ des Gehörorgans in Zweifel zieht, und speciell dem lebenden *Gobius* eine solche abspricht, so richten sich seine Bedenken, wie sich von selbst versteht, auch gegen die Endkuppe der Seitenorgane, wenn sie auch nicht ausdrücklich genannt ist. Ich glaube mich jedoch überzeugt zu haben, dass das von mir beschriebene Gebilde dem lebenden Thiere wirklich zukommt, zwar nicht an *Chimaera*, aber dafür an *Corvina* und *Umbrina*. Lebenden Exemplaren wurde der Unterkiefer abgeschnitten und durch rasches Abziehen der Haut der demselben eingebettete Ast des Seitenkanalsystems eröffnet; es gelang wiederholt, die Cupula ziemlich unverletzt und mit glatten Rändern mittelst der Nadel abzuheben und unter das Mikroskop zu bringen. In der ursprünglich glashellen Masse treten nach Zusatz verschiedener Flüssigkeiten, etwa eines Tropfens schwacher Osmiumsäurelösung, die geschilderten Strukturverhältnisse (Streifen und Felder) sehr bald zu Tage. In dieser Frage ist mir die Uebereinstimmung von nicht geringer Bedeutung, welche zwischen Fig. 7 dieses Aufsatzes und der von Kuhn publicirten Abbildung (Fig. 26 seiner Arbeit²⁾ besteht, die einen verticalen Durchschnitt der *Crista amp. horiz.* von *Perca fluviatilis* darstellt. „Ungemein dünne, lange Haare gehen von der Oberfläche des Cylinderepithels in die abgehobene Cupula über,“ heisst es dort in der Tafelerklärung. Einen ganz ähnlichen Anblick bieten die von mir gegebenen Figuren 7 und 6; nur möchte ich die zarten Stränge nicht als „Haare“ bezeichnen, weil man unter diesem Namen seit F. E. Schulze kürzere, starre, mit conischer Basis entspringende Fortsätze versteht, die den Birnzellen der Knochenfische aufsitzen und die bei *Chimaera* den kolbenförmigen Zellen — und zwar diesen ausschliesslich — zukommen müssten. Die zarten Stränge dagegen, welche in die Cupula übergehen, kommen zwischen Kolbenzellen (Fig. 6) und zwischen indifferenten Zellen (Fig. 7) hervor.

Von eigentlichen Haaren habe ich an den kolbenförmigen Zellen Nichts bemerkt, doch ist die Existenz dieser ungemein leicht vergänglichen Gebilde während des Lebens dadurch keineswegs ausgeschlossen.

Bei der Darstellung der primären Form der Seitenorgane,

1) Arch. f. mikrosk. Anatomie Bd. XIV, S. 284 ff.

die dem Rumpfe und der hinteren Kopffregion eigenthümlich ist, muss ich mich leider aus den schon oben angeführten Gründen kurz fassen. Figur 3 in demselben Maassstabe wie die folgende Figur gehalten, stellt sie auf dem Querschnitt dar, bei schwacher Vergrößerung. Beide Zeichnungen können zur directen Vergleichung der Grössenverhältnisse beiderlei Formen benutzt werden. Das Sinnesepithel steht auf einer niedrigen Coriumerhebung, kurze gedrungene Kolbenzellen, welche der Birnform sehr nahe kommen, sind nachweisbar, ferner auch Basalzellen und die oben geschilderten eigenthümlichen Zwischenpfeiler. Statt einer Cupula überragt nur ein Gewirr von feinen Fäden das Niveau des Epithellagers. Die übrige Epithelauskleidung ist weit einfacher gebaut, als bei der secundären Form. Statt der Cylinderzellen, welche als oberste Lage dort den Abhang und die Seitenwand bekleiden, finden sich niedrige, von oben nach unten abgeplattete Elemente vor.

Zum Schluss wäre noch kurz der Hartgebilde zu gedenken, welche der Wandung der Halbkanäle als Stütze dienen. Sie sind schon von Leydig genau beschrieben und abgebildet worden; er nennt sie „nach einer Seite hin geöffnete Bogen“. „Da, wo sie den Boden des Schleimkanals umgeben, sind sie am breitesten, die Schenkel verschmächtigen sich dann, und indem sie sich theilen, und wieder theilen, bilden sie ein Bäumchen, dessen Aeste ebenfalls getrennt sind und zuletzt abgerundet enden“ (S. 251 l. c.). Längsschnitte durch die grösseren Halbkanäle geben darüber Aufschluss, dass diese Halbringe nicht überall vorhanden sind. Zwischen je zwei Erweiterungen, mit anderen Worten da, wo die Sinnesbügel verborgen liegen, folgen sich etwa 5 oder mehr derartiger Stützen in kleinen Abständen hinter einander; die Erweiterungen selbst entbehren ihrer. Hinsichtlich ihrer Structur bestehen sie aus „Knochensubstanz, die aber das Besondere hat, dass in der homogenen Kalkmasse nur stellenweise grössere ovale Hohlräume, den Knochenkörperchen vergleichbar, sich finden“ (S. 252). Ich habe auf Querschnitten Nichts von Knochenkörperchen wahrgenommen, möchte aber desshalb ihr Vorkommen nicht in Abrede stellen. Es handelt sich eben um ein der Binde substanzgruppe zugehöriges Gewebe mit faseriger Grundlage, welehes durch Aufnahme von Kalksalzen knochenähnliche Consistenz erhielt, um osteoïdes Gewebe also, dem die Knochenkörperchen ja keineswegs vollkommen abzugehen brauchen. Diese „baumförmig auslaufenden Halbringe“ sind in

reiches Bindegewebe eingebettet, das stellenweise dem Faserknorpel sich nähert.

Nachschrift.

Kurz vor Absendung des abgeschlossenen Manuscriptes hatte ich Gelegenheit, in Leydig's jüngste Publikation; „Neue Beiträge zur anatomischen Kenntniss der Hautdecke und Hautsinnesorgane der Fische“ (Festschrift z. Feier des 100 jährigen Bestehens d. naturf. Gesellsch. zu Halle, 1879) einen Blick zu werfen; ich werde sie in einem bald folgenden zweiten Artikel (Seitenorgane der Seelachier und Knochenfische) zu berücksichtigen haben.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel VIII.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf die Seitenorgane von *Chimaera monstrosa*, und zwar Fig. 1 und 3 auf die primäre, die übrigen auf die secundäre Form dieser Sinnesorgane.

Fig. 1. Primäre Form der Halbkanäle, nat. Grösse.

Fig. 2. a secundäre Form derselben, natürl. Grösse. b dasselbe Object, halbschematisch, Osmiumpräparat; die Ränder des Halbkanals stark auseinandergezogen, um die Endhügel sichtbar zu machen. Die Nerven schwarz.

Fig. 3. Querschnitt durch die primäre Form, Rumpf. n Aestchen des Ramus lateralis. N. vagi.

Fig. 4. Querschnitt durch die secundäre Form. n Querdurchschnittene Nervenfasern; cp Cupula terminalis in situ. st osteoide Stützen.

Fig. 5. Querschnitt durch das Sinnesepithel, sec. Form. Merkel'sche Flüssigkeit, Haematoxylin. Die Contouren mit dem Oberhäuser'schen Zeichen-Apparat, Seibert Obj. V, Abstand des Objectisches; Details mit Immers. VII. 5a peripher. Partie. dz indifferente Deckzellen. bz Basalzellen. zw Zwischenpfeiler. 5b centrale Partie. a

indifferente cylindrische Zelle (Stützzelle). n netzförmliche Anhänge des unteren Endes einer Kolbenzelle.

- Fig. 6. Behandlung und Grössenverhältniss wie in der vorigen Figur. Peripher. Partie des Sinnesepithels. b und c Kolbenzellen (Sinneszellen), unteres Ende von c wahrscheinlich schief geschnitten. dz Deckzellen, v Vacuole, cp Cupula, centraler Theil.
- Fig. 7. Indifferentes Epithel vom oberen Theile des Abhanges. d'z oberste Lage von cylindrischen Elementen. cp Cupula. Behandlung wie oben und wie in Fig. 8.
- Fig. 8. Indifferentes Epithel vom Fuss des Abhanges. k Kegelzellen. Ueb-
rige Erklärung siehe im Text.
- Fig. 9. Cylinderepithel (d'z in Fig. 8) wie oben. Hier und in Fig. 10 andere Dimensionen als in Fig. 5—8. Osmiumpräparat.
- Fig. 10. Epithel der Seitenwandung (oberste Lage) von oben. Osmiumpräparat.

Ueber die Entwicklung der Glomeruli.

Von

Dr. Hugo Ribbert,

Assistent-am pathologischen Institut zu Bonn.

(Mit vier Holzschnitten.)

In Band XVI, Heft 3 dieses Archivs hat Löwe über die Entwicklung der Glomeruli Beobachtungen mitgetheilt, die mit den herrschenden Meinungen in Widerspruch stehen und die, wenn sie richtig sind, eine Aenderung der Anschauungen über die normale Struktur und die pathologischen Veränderungen der fraglichen Gebilde bedingen. Insbesondere würde die Glomerulonephritis je nach der einen oder anderen Ansicht verschieden beurtheilt werden müssen. Mit Untersuchung über letztere beschäftigt, sah ich mich

daher veranlasst, den beregten Punkt nochmals genauer Forschung zu unterwerfen.

Bei Anführung der vorhandenen Literatur lässt es sich nicht vermeiden, auch die Entstehung der Harnkanälchen mit in Betracht zu ziehen. Eine einheitliche Auffassung der gesammten epithelialen Elemente der Niere begründen Waldeyer und Toldt¹⁾ und neuerdings tritt Kölliker²⁾ dieser Ansicht bei. Nach diesen Autoren verlängern sich primäre Ausbuchtungen des Nierenbeckens zu Harnkanälchen, geraden sowohl wie gewundenen, und das geschlossene Ende der letzteren liefert auch den Zellüberzug des Gefäßknäuels und die Zellauskleidung der Bowman'schen Kapsel.

Eine zweite Reihe von Autoren, Remak³⁾, Bornhaupt⁴⁾, Colberg⁵⁾, Thayssen⁶⁾ und Riedel⁶⁾ lässt nur die geraden Harnkanälchen, ein Theil von ihnen auch noch die Henle'schen Schleifen durch Ausbuchtungen des Nierenbeckens sich entwickeln, während die gewundenen Harnkanälchen nebst den anhängenden Glomeruli soliden Zellsträngen in der Nierenrinde ihren Ursprung verdanken und nachträglich mit den vom Nierenbecken ausgebildeten Kanälchen in Verbindung treten. Doch sollen als Antheil der Malpighi'schen Körperchen nur die Zellbekleidung der Kapsel und der Zellüberzug der Capillarschlingen aus jenen hervorgehen, während die letzteren von aussen hinzutreten. Der genaue Vorgang hierbei wird von Riedel ganz ähnlich beschrieben, wie es von Toldt in der noch zu erörternden Weise gesehen ist.

Die neueste Ansicht, die von Löwe⁸⁾, ist nun die, dass zwar alle Harnkanälchen als Ausbuchtungen des Nierenbeckens zu betrachten sind, dass dagegen das gesammte Malpighi'sche Körper-

1) Wiener Sitzungsberichte 1874.

2) Entwicklungsgeschichte 1878.

3) Archiv f. mikrosk. Anatomie 1865.

4) Untersuchungen über die Entwicklung des Urogenitalsystems bei Hühnchen, Riga 1867.

5) Centralblatt f. d. med. Wiss. 1863.

6) Centralblatt 1873.

7) Entwicklung der Säugethierniere, Rostock 1874.

8) a. a. O.

chen gesondert aus soliden Zellballen sich entwickelt und erst später mit dem Harnkanälchen sich verbindet.

Meine Untersuchungen haben mich im Wesentlichen dasselbe gelehrt, was wir schon durch Toldt u. a. A. kennen lernten. Wenn ich nun meine Beobachtungen dennoch mittheile, so geschieht es einmal, weil ich in einzelnen Punkten von jenen Autoren abweiche, und weil ich es ausserdem für geboten erachte, den Ausführungen Löwe's entgegenzutreten.

Von der Entstehung des Harnkanälchens sehe ich ab, da ich es für ziemlich allgemein angenommen erachte, dass dieselben als Ausbuchtungen des Nierenbeckens sich anlegen.

Ich erwähne zunächst, dass die jüngeren Entwicklungsstadien der Nieren wenig zur Untersuchung geeignet sind. Die hier entstehenden Glomeruli sowie die Harnkanälchen sind zu wenig gegen das umgebende Gewebe differenzirt, um klare Anschauung zu ermöglichen. Epithel- und Bindegewebszellen gleichen sich noch zu sehr. Weit mehr eignen sich dagegen ältere Nieren und auch noch solche von neugeborenen Thieren. In ihnen geht die Anlage der Glomeruli nur noch in der äussersten Zone der Rindenschicht vor sich und die Harnkanälchen sind scharf gegen das umgebende Gewebe abgesetzt.

Ich habe menschliche Embryonen und solche von Ziegen, Schafen, Kaninchen und Schweinen untersucht und überall die gleichen Verhältnisse gefunden.

Im Folgenden gebe ich nun zunächst meine eigenen Beobachtungen wieder, die wie gesagt im Wesentlichen nur die Bestätigung schon gekannter Thatsachen bringen, und knüpfe daran eine Besprechung der Mittheilungen Löwe's.

Fertigt man aus den dazu geeigneten älteren Nieren Schnitte an, die parallel den graden Harnkanälchen verlaufen und erfolgt letztere auf ihrem Weg bis dicht unter die Nierenoberfläche, so sieht man eine Anzahl derselben hier mit leicht kolbiger Anschwellung enden. Die Uebrigen dagegen theilen sich, meist kurz bevor sie unter die Oberfläche gelangen, dichotomisch und beide hierdurch entstehenden seitlich divergirenden Aeste enden nun entweder in gleicher Weise, oder sie biegen um und laufen parallel dem aufsteigenden Harnkanälchen eine Strecke weit zurück, um dann ebenfalls mit kolbiger Verbreiterung zu enden. Die im aufsteigenden und umbiegenden Kanälchen kubischen Zellen werden

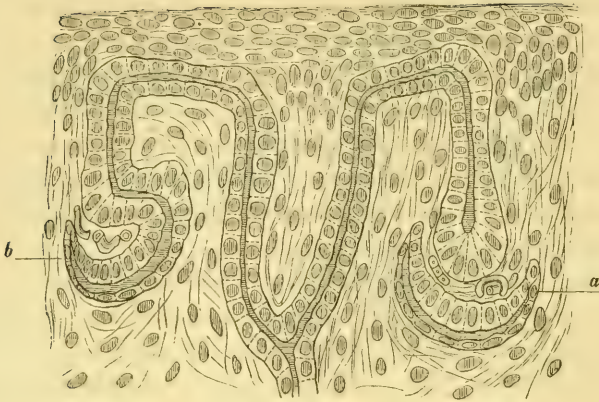


Fig. 1.

zur Bildung des breiteren Endstückes cylindrisch und besonders die abschliessenden, und um das erweiterte Lumen radiär gestellten, erscheinen lang gestreckt (Fig. 1 a).

An diesen Enden des umgebogenen Harnkanälchens geht nun die Bildung der Glomeruli vor sich. Hier trifft man den Kolben wie eine Kappe aufsitzende sichelförmige Gebilde an, die in frühen Stadien dem ersteren dicht anliegen, in späteren, wie wir sehen werden, durch zwischenwachsende Capillaren von ihm getrennt werden (Fig. 1 bei a). In sehr vielen Fällen sieht man nichts von einem Zusammenhang mit dem Harnkanälchen. Diese halbmondförmigen Gebilde bestehen aus zwei einfachen Zellenlagen, die an den Enden der Sichel verschmelzen. Die äussere von ihnen setzt sich zusammen aus aneinander gereihten platten, die innere aus kubischen gegen die Mitte der Sichel etwas cylindrischen Zellen. Zwischen beiden bleibt ein spaltförmiges Lumen. Nicht immer sind beide Enden des Halbmondes verschmälert. Oft ist das eine, niemals beide, kolbig verbreitert und enthält dann auch den weitesten Abschnitt des Lumens. Immer liegt das eine Sichelende tiefer im Niveau als das andere. Die Erklärung dieses Bildes bringen Objekte näher, in denen das eine Ende des Halbmondes, welches in diesem Falle immer verbreitert ist, in undeutlicher Weise mit dem Harnkanälchen in Verbindung steht, Andere allerdings seltenere Bilder sind deutlicher und zeigen den direkten Uebergang des Harnkanälchens in den Halbmond so, dass sich auch das Lumen des ersteren in das des letzteren fortsetzt (Fig. 1 b). Dass aber ein derartiger Zusammenhang auch dann besteht, wenn

er im Schnitt nicht wahrnehmbar ist, beweisen Injectionen der geraden Harnkanälchen mit Berliner Blau, gewonnen durch Einstich in die Marksubstanz. Ist die Injectionsmasse bis in das umgebogene Harnkanälchenende vorgedrungen, so findet sie sich auch regelmässig im Lumen des scheinbar gar nicht mit jenem in Verbindung stehenden Halbmondes.

Anders gestalten sich die Verhältnisse auf Schnitten, die parallel zur Nierenoberfläche geführt sind. Fielen sie dicht unter

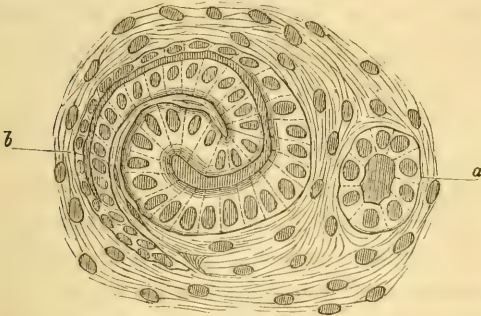


Fig. 2.

letztere, so sieht man nur die gruppenweise angeordneten Querschnitte der auf- und absteigenden Harnkanälchen mit ihren kubischen Epithelzellen. In der Höhe des in Entwicklung begriffenen Glomeruli erkennt

man dagegen Folgendes: Neben einem an seinem kubischen Epithel kenntlichen aufsteigenden Harnkanälchen (Fig. 2 a) bemerkt man auch den Querschnitt des kolbenförmig verbreiterten absteigenden Kanälchens, kenntlich aus seiner Zusammensetzung aus cylindrischen Zellen (Fig. 2 b), die, wie wir sahen, die kolbige Verbreiterung herbeiführen. Man beobachtet ferner, dass dieser Querschnitt sich an einer Seite ausgebuchtet hat und so weiter gewachsen ist, dass er sich selbst umkreist. Dieser das Harnkanälchen umwachsene Abschnitt lässt nur einen ganz geringen durch etwas Bindegewebe angefüllten Raum zwischen sich und dem Querschnitt des Kanälchens frei. Er verschmälert sich allmählich, ähnlich wie wir das an den Enden jener halbmondförmigen Gebilde sahen und enthält ein spaltförmiges Lumen als Fortsetzung des im Querschnitt des Harnkanälchens existirenden. Die äussere dieses Lumens begrenzende Zelllage besteht auch hier aus platten, die innere aus kubischen Zellen. Selbstverständlich trifft man diese Figur nicht immer in gleichen Entwicklungsstadien und von der eben beginnenden Ausbuchtung des Harnkanälchens bis zur fast völligen Umkreisung derselben finden sich alle Uebergänge. Auch ist ferner das Lumen nicht immer continuirlich. Sobald die Windung des spiralig auswachsenden Theiles nicht überall in derselben Ebene

liegt, müssen Unterbrechungen desselben im Schnitt die nothwendige Folge sein. Das kann so weit gehen, dass der Zusammenhang des ganzen ausgebuchteten Abschnittes mit dem Harnkanälchen zu fehlen scheint, und wir so ähnliche halbmondförmige Figuren wie auf den Längsschnitten erhalten.

Dass diese für die Längs- und Querschnitte beschriebenen Figuren die Anlagen der Malpighi'schen Körperchen sind, ist nicht zu bezweifeln und wird aus der weiteren Entwicklung klar und zwar besonders daraus, dass man in der Höhlung der Halbkugelschale sich mit zunehmendem Wachsthum immer mehr Capillaren entwickeln sieht, wie man sich an Präparaten, die von der Arterie aus injicirt sind, leicht überzeugen kann, bis schliesslich der fertige Gefässknäuel vor uns liegt. Aber nicht ganz leicht ist es, die verschiedenen Bilder in Einklang zu bringen. Ich stelle mir die Sache etwas anders vor, als es Toldt seinen Figuren gemäss thut. Dieser lässt aus dem kolbenförmigen Ende der Harnkanälchen zunächst eine doppelwandige Halbkugelschale hervorstehen, die mit dem ersten anfangs nur in randständiger Verbindung ist.

Im weiteren Verlaufe des Processes rückt aber das Harnkanälchen immer mehr auf die Convexität der Halbkugelschale, so dass sein Ansatzpunkt schliesslich der Oeffnung derselben diametral gegenüberliegt. Der unterdessen in der Höhlung der Schale entstandene Capillarknäuel wird nun von der Halbkugel umwachsen und nur die Eintrittsstelle der Gefässe bleibt offen.

Die Bildung einer Halbkugelschale kann nach allen früheren und nach eigenen Anschauungen nicht bezweifelt werden, aber ich habe keinen Anhaltspunkt dafür, dass ein Fortrücken des Ansatzpunktes des Harnkanälchens auf die Convexität desselben stattfindet. Meine Fig. 3 und Alles was ich sonst gesehen habe, stehen

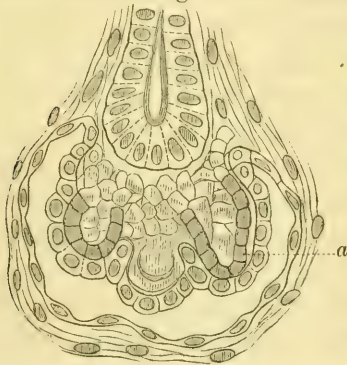


Fig. 3.

mit einer derartigen Annahme in Widerspruch. Ich werde einen anderen Entwicklungsgang sicher zu stellen versuchen.

Wenn wir zunächst die Bilder aus Fig. 1 und 2 in Einklang bringen wollen, so müssen wir uns die Bildung der Halbkugelschale folgendermaassen denken: Die Endkolben des Harnkanälchens buchtet

sich zunächst nach einer Seite aus. Die Ausbuchtung wird nun im weiteren Wachstum zu einer doppelten Halbkugelschale, die über die Kuppe des Endkolbens herübergelegt ist und deren Höhlung der letztere zunächst noch ausfüllt. Dadurch, dass die eine Hälfte der Schale eher zur Ausbildung gelangt als die andere, ist es möglich, dass wir auf Querschnitten durch den Kolben in der Höhe des ausgebuchteten Theiles nur die mehr entwickelte Hälfte treffen, während die andere unter dem Niveau des Schnittes liegt (Fig. 2). Damit stimmt überein, dass auf Längsschnitten wie sie Fig. 1 bei a darstellt, das eine Ende des Halbmondes stets höher liegt als das andere. Allmählich kommt natürlich auch die andere Seite zur Ausbildung und der Rand der fertigen Schale legt sich ringsum an das Harnkanälchen an (Fig. 3), so dass nur ein kreisförmiger Spalt zwischen beiden frei bleibt, durch den an einer Stelle die Gefässe zur Bildung des Capillarknäuels eintreten, und der zunächst nur da unterbrochen ist, wo durch die primäre Ausbuchtung des Harnkanälchens ein Zusammenhang zwischen diesem und der Schale gegeben ist. Gleichzeitig ist die Entwicklung des Gefässknäuels zwischen dieser und dem Endkolben des Harnkanälchens so fortgeschritten, dass er mehr Raum beansprucht und dadurch den Endkolben aus der Höhlung der Schale herausdrängt (Fig. 3). Jener kreisförmige Spalt schliesst sich nun von der Stelle aus, wo die Ausbuchtung statt hatte, mehr und mehr, und es bleibt nur die Eintrittsstelle der Gefässe offen (Fig. 4).

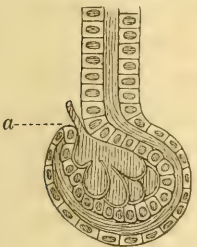


Fig. 4.

Wir können uns das so entstandene Gebilde sehr gut versinnlichen, wenn wir folgenden Vergleich machen. Denken wir uns, der Unterarm eines Menschen stelle das Harnkanälchen, die schalenförmig gekrümmte Hand die doppelte Halbkugelschale vor, deren äussere Zellschicht durch die Haut der Dorsalfäche, deren innere durch die der Volarfläche repräsentirt wird. Krümmen wir jetzt die Finger immer mehr, bis ihre zusammengelegten Spitzen der Handwurzel gegenüberstehen und zwischen beiden Theilen nur eine rundliche Oeffnung bleibt, und denken wir uns ferner den entstandenen Hohlraum mit einem dem Capillarknäuel entsprechenden Körper ausgefüllt, von dem aus ein die zutretenden Gefässe repräsentirender Stiel durch die erwähnte Oeffnung austritt, so

haben wir das Modell eines fertigen Glomerulus. Die innere Zellschicht der doppelten Halbkugelschale (die Haut der Volarfläche) liegt dem Capillarknäuel als Epithel dicht auf und ihre Zellen dringen zwischen die Capillarschlingen hinein. Die äussere Schicht (die Haut der Dorsalfläche) stellt die Glomeruluskapsel vor. Wir sehen so, dass das Lumen des Harnkanälchens völlig gegen den Capillarknäuel durch die denselben überziehende Epithellage abgeschlossen ist.

Nach Ablauf dieser Vorgänge liegen, wie man sieht, die Eintrittsstelle der Gefässe und der Ansatzpunkt des Harnkanälchens dicht nebeneinander. Im weiteren Verlauf des Wachstums rücken sie nun gewöhnlich weiter auseinander, ohne dass sie jedoch an diametral entgegengesetzten Punkten anlangen müssten.

Gehen wir nun auf die abweichenden Ansichten Löwe's ein. Er beschreibt über den kolbenförmigen Enden der nicht umgebogenen Harnkanälchen unter der Nierenoberfläche halbmondförmig auf dieselben gelagert, dunkle solide Zellstreifen, die von jenen durch eine schmale lichte Zone getrennt erscheinen. Es sollen von Abkömmlingen dieser Streifen, die er dem Peritonealüberzug entstammt glaubt, die Glomeruli abzuleiten sein.

Von der Existenz derartiger dunkler in der angegebenen Weise die kolbigen Enden des Harnkanälchens umhüllender Zellstreifen kann man sich an jeder embryonalen Niere überzeugen. Aber ich halte sie für nichts weiter als für eine periphere Zone dichten Bindegewebes, da sie gegen das Centrum der Niere hin ohne scharfe Abgrenzung in das die Harnkanälchen umgebende Gewebe übergehen, wie das auch die Figur 581 des Kölliker'schen Lehrbuches lehrt. Ich habe keine Anhaltspunkte dafür, dass die dichten Zellansammlungen irgend etwas mit der Bildung der Glomeruli zu thun haben. Ich sehe nirgendwo im Gewebe „tropfenförmig“ von ihnen abgelöste Haufen liegen. Alles, was Löwe als solche beschreibt, ist auf nichts weiter zurückzuführen, als auf den Wachstumsprocess, den ich oben am Harnkanälchenende beschrieben habe. Und wenn Löwe das, was er beschreibt, mit den

„Pseudoglomeruli“ Colbergs identificirt, so beruht das auf einem Irrthum, denn was dieser Autor als „Pseudoglomeruli“ bezeichnet, sind vielfach geschlängelte und aufgerollte Enden der Harnkanälchen. Das ist nun allerdings an Nieren 2 cm langer Kaninchenembryonen nicht sehr klar zu sehen, eben wegen der erwähnten geringen Differenzirung aller Gewebe. Aber ich habe von eben so langen Embryonen Präparate erhalten, in denen schon bei geringer Vergrößerung Zellhaufen mit Blutkörperchen zu sehen sind, wie sie Löwe in seiner Figur 5 zeichnet. Allein bei genauerm Zusehen und stärkerer Vergrößerung erkennt man, dass diese so entwickelten Haufen umgeben sind von einem doppelschichtigen Halbmonde an dessen offene Seite ein Harnkanälchen herantritt, ähnlich wie es meine Figur 3 an einem älteren Objekt wiedergibt. Ohne Färbemethoden kann man allerdings dahin gelangen, die Zellen dieses Halbmondes mit den Zellen des umgebenden Bindegewebes zu identificiren, zumal in derartig jungen Nieren ein deutliches Lumen der Wandung der Halbkugelschale noch nicht existirt. Ich halte demnach den von Löwe in seiner Figur 5 gezeichneten Zellhaufen für die in dem schalenförmig modificirten Ende des Harnkanälchens liegende Anlage des Gefäßknäuels, die aber nicht an jenen dichten Zellstreifen, sondern von den Gefäßen des gewöhnlichen umgebenden Bindegewebes abstammt, wie zur Genüge daraus hervorgeht, dass die Capillarknäuel, in je jüngeren Stadien man sie untersucht, um so weniger an tropfenförmig abgelöste Zellhaufen erinnern, aber auch schon dann sich injiciren lassen, wenn sie nur eine ganz schmale Zone zwischen Halbmond und Harnkanälchen bilden. An solchen injicirten Präparaten, in denen doch auch die Löwe'schen Zellhaufen wenigstens in den vorgeschrittenen Stadien injicirbar sein müssten, sieht man keine Spur von injicirten Glomerulusanlagen, die nicht in der geschilderten Beziehung zu den Harnkanälchen ständen. Wenn ich mir nun auch für die jüngsten Stadien der Nierenentwicklung die abweichende Ansicht Löwe's erklären kann, so ist das doch nicht der Fall für Nieren 5 cm langer Kaninchenembryonen, denen die Figur 6 des in Rede stehenden Autors entspricht. An gleich alten Präparaten sehe ich wenigstens nirgendwo derartig unklare dunkle Zellhaufen, wie sie Löwe zeichnet. Ich erkenne überall die Glomerulusanlagen in dem dargestellten Zusammenhang mit den Harn-

kanälchen und muss daher die in Figur 6 abgebildeten dunklen Haufen in gleicher Weise wie die in Figur 3 dargestellten beurtheilen.

Wie sich die von Löwe bis zu dem in Figur 5 wiedergegebenen Stadium entwickelten Anlagen der Glomeruli nun weiter ausbilden sollen, wie der Zellüberzug der Capillaren, wie letztere selbst, wie die Kapsel entstehen soll, darüber erhalten wir von dem Autor keinen genauen Aufschluss. Ebenso wenig darüber, wie er sich die spätere Vereinigung etwa fertig gewordener Malpighischer Körperchen mit dem Ende des Harnkanälchens denkt.

Ich kann daher die von ihm im Text (Fig. B) gezeichnete nach seinen Anschauungen modificirte Darstellung eines Glomerulus nicht als richtig anerkennen und muss dem entgegen daran festhalten, dass die Kapsel des Glomerulus und der Ueberzug der Capillarschlingen sich aus Zellen zusammensetzen, die gleicher Abstammung mit den Epithelien der Harnkanälchen sind, also nicht als Endothelien betrachtet werden können.

Nach der geschilderten Entwicklung und nach Untersuchungen an fertigen Glomerulis jugendlicher und älterer postembryonaler Nieren ist die normale Struktur derselben folgende:

Die Kapseln sind genau genommen nur gebildet von einer platten Epithelschicht als einer directen Fortsetzung des Harnkanälchenepithels, dessen Kerne in das Lumen vorspringen. Wenn man von der Auskleidung einer Kapsel mit dieser Epithelschicht spricht, so ist das nur dann richtig, wenn man das umgebende etwas verdichtete Bindegewebe als solche ansieht. Eine eigentliche Kapsel stellt dasselbe nicht dar, da es ohne Grenze in die weitere Umgebung übergeht.

Der Zellüberzug des Gefässknäuels sitzt den Capillarschlingen direkt auf und nicht wie das in der Figur A. Löwe's dargestellt ist. Ich finde keine Spur einer zwischen dem Epithel und den Capillarschlingen liegenden Endothelschicht. Aber nicht nur auf den äussersten Kuppen der Schlingen liegen die Epithelzellen, sondern auch tief zwischen dieselben dringen sie ein, wie man

1) Ueber die Veränderung der Glomeruli bei Nephritis. Virchow's Archiv 67. Bd. 1879.

das an zerzupften oder auch sehr fein geschnittenen Glomerulis aus den Nieren Neugeborener sehr leicht erkennt (Fig. 5) und muss ich daher Langerhans¹⁾ Recht geben, wenn er annimmt, dass Axelkey als sternförmige Bindegewebszellen vielfach solche den mannigfach gestalteten Zwischenräumen der Schlingen angepasste und dadurch in ihrer Form modificirte Epithelzellen beschreibt. Je älter der Glomerulus wird, desto mehr flacht sich die Epithelschicht ab und an den Nieren Erwachsener ist sie so dünn geworden, dass sie mehr einer Endothelschicht gleicht.

Was nun das Bindegewebe zwischen den Capillarschlingen angeht, so ist nach der Entwicklung ja von vornherein anzunehmen, dass da, wo Gefässe zwischen die Halbkugelschale und das Harnkanälchenende hineinwachsen, mit ihnen auch etwas Bindegewebe eintritt. Und ich sehe zunächst, wie Langerhans, dass am fertigen Glomerulus mit den Gefässen auch Bindegewebe eintritt, ich bemerke aber, dass es noch etwas weiter hineingeht, als Langerhans will, der es nur bis zur Spaltung des zutretenden Gefässes in seinen einzelnen Schlingen gehen lässt. Ich sehe wenigstens an Glomerulis aus Nieren Erwachsener auch etwas weiterhin noch zwischen den Capillarschlingen Kerne liegen, die ihrer Grösse, Form und Färbung mit Carmin nach nicht Kerne von Epithelzellen sein können, die immer rund erscheinen, sich nicht intensiv färben und fein granulirt sind, während jene eckig oder spindelig sich darstellen, sich intensiv färben, durchweg kleiner sind, und nicht granulirt erscheinen. Ich benutzte zur Färbung die erste von Grenacher¹⁾ mitgetheilte Carminlösung.

Die Capillarschlingen selbst kann man dadurch gut isoliren, dass man die Glomeruli in grosser Menge sammelt und mit dem Pinsel bearbeitet, so dass die anhängenden Zellen sich ablösen. Ich habe an derartig isolirten Schlingen mit keinem Färbemittel deutliche Kerne wahrnehmen können. Das Lumen der Capillaren wird von einem gleichmässig doppelten Contur umgeben. Auch die von der Fläche gesehene Wandungen erscheinen homogen, und die etwa noch hervortretenden Kerne sind deutlich als die nicht entfernter Epithelzellen zu erkennen.

1) Notizen zur Tinctionstechnik. Dies. Arch. Bd. XVI. H. 3.

Die zahlreichen Kerne, die man bei Betrachtung normaler Glomeruli wahrnimmt, sind daher grösstentheils auf die Epithelzellen, zum kleineren Theil auf das zwischen den tieferen Theilen der Capillarschlingen liegende spärliche Bindegewebe zurückzuführen.

Nach dieser Darstellung müssen die pathologischen Veränderungen der Glomeruli beurtheilt werden.

Erklärung der Figuren.

- Fig. 1. Schnitt aus der Niere eines Kaninchenembryo von 5 cm Länge. Bei a und b die Anlage der Glomeruli.
- Fig. 2. b. Querschnitt einer Glomerulusanlage, gleichaltrig mit den in Fig. 1 gezeichneten. a. Querschnitt eines Harnkanälchens.
- Fig. 3. Beinahe vollendete Anlage eines Glomerulus. Bei a rothe Blutkörperchen.
- Fig. 4. Eben vollendeter Glomerulus. Bei a Eintritt der Gefässe. Schematische Zeichnung.
-

Ueber die Fortpflanzung isopoder Crustaceen.

Von

Dr. Jos. Schöbl
in Prag.

Hierzu Tafel IX und X.

Die Fortpflanzung der isopoden Crustaceen war bis vor etwa 20 Jahren in ein geheimnissvolles Dunkel gehüllt.

Die augenfälligen äusseren männlichen Genitalien waren allerdings bekannt, doch völlig irrthümlich aufgefasst und die Funktion der einzelnen Gebilde derselben falsch gedeutet.

Von den äusseren weiblichen Genitalien hatte man merkwürdigerweise bei einem so hoch organisirten und relativ genügend grossen Thiere nicht die geringste Kenntniss.

Noch Niemanden war es gelungen ihre Existenz nachzuweisen, ihre Lagerung und Form anzugeben, obzwar sich gediegene Forscher, wie Treviranus, Brandt und Andere eingehend mit diesem Gegenstande befasst haben.

Zu Ende der fünfziger Jahre habe ich mir die Isopoden-Crustaceen zum Gegenstande der emsigsten Forschung gewählt, und die von mir erzielten Resultate in mehreren monographischen Arbeiten niedergelegt.

Die erste dieser Arbeiten erschien im Januar 1860 im XI. Bande der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien unter dem Titel: „Typhloniscus, eine neue blinde Gattung der Crustacea Isopoda“. Bald darauf erschien eine zweite Arbeit im X. Bande der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie von Siebold und Kölliker unter dem Titel: „Haplophthalmus, eine neue Gattung der Isopoden mit besonderer Berücksichtigung der Mundtheile untersucht“. Endlich erschien im IX. Jahrgang der böhmischen naturwissenschaftlichen Zeitschrift „Ziva“ eine dritte Arbeit

unter dem Titel: „Korysi stejnonozi chledem na rody a druhy v Cechách se nalezájíci“.

Die wesentlichsten Resultate meiner damaligen Forschungen, die ich in den oben citirten Monographien niedergelegt habe, waren etwa Folgende:

- 1) Die Aufstellung einer neuen Theorie der Mundtheile der Isopoden, welche von der bis dahin gültigen völlig abweichend ist.
- 2) Die richtige Deutung der äusseren männlichen Genitalien, welche man bis zu jener Zeit völlig irrthümlich aufgefasst hatte.
- 3) Die Entdeckung der bis dahin unbekannt gewesenen äusseren weiblichen Genitalien und der Receptacula seminis.

Nahezu zwanzig Jahre blieben diese für die Gruppe der Isopoden-Crustaceen so hochwichtigen Entdeckungen von anderen Forschern unberücksichtigt, ja, wurden geradezu ignorirt, während ich selbst während dieser ganzen langen Zeit, theils durch Berufssorgen abgehalten, theils von anderen Untersuchungsobjekten angezogen, mich mit den Isopoden nicht befasste.

Erst vor wenigen Jahren begannen einige Forscher sich abermals mit diesem Gegenstande zu beschäftigen, von denen Einzelne in lebhafte Correspondenz mit mir traten, welche das meiste von meinen Forschungen anerkannten, die äussere Genitalöffnung jedoch nicht wiederfinden konnten, obzwar ich auf die Entdeckung derselben das grösste Gewicht legte und die Lage derselben auf das genaueste angegeben habe.

Ich war mir vollkommen bewusst, die betreffende Forschung mit exaktester Objektivität durchgeführt zu haben und war somit von der Existenz der von mir beschriebenen äusseren weiblichen Genitalöffnungen völlig überzeugt.

Da nun aber andere tüchtige Forscher dieselbe nicht fanden, so stand ich hier vor einer scheinbar unerklärlichen Controverse. Da ich die beiden oberen Prämissen als völlig richtig annahm, so folgerte ich hieraus, dass die weiblichen Genitalöffnungen der Isopoden zu gewissen Zeiten des Jahres vorhanden sind, zu gewissen Zeiten nicht, da nur auf diese Weise die obenerwähnte Controverse naturgemäss gelöst werden konnte. So habe ich denn die später durch objektive Beobachtung erzielten in vorliegender Arbeit niedergelegten Resultate zum grössten Theile bereits vor Jahren durch streng logische Deduktionen vorhergesagt und einem Kreise meiner intimen Bekannten mitgetheilt. Endlich nach lan-

gen Hindernissen gelang es mir hinlänglich Zeit und Material zu gewinnen, um vorliegende Arbeit in Angriff nehmen zu können, und es wurde mir die freudige Genugthuung, alles was ich vorher gesagt habe, durch die Beobachtung im vollsten Maasse bestätigt zu finden.

Was das zur vorliegenden Arbeit benutzte Material anbelangt, so habe ich hiezu vorzugsweise *Porcellio scaber* benutzt, und zwar einzig und allein aus dem Grunde, weil er mir unter den grösseren Arten zufälliger Weise in beliebiger Menge zu Gebote stand.

Ausserdem habe ich in dieser Richtung, wenn auch minder zahlreich, die Arten *Porcellio laevis*, *armadilloides*, *pictus* und *maculicornis*, dann die Gattungen *Oniscus*, *Armadillidium* *Trichoniscus*, *Haplophthalmus* untersucht, und werde bei Gelegenheit bei Einzelnen derselben interessante Abweichungen von der gewöhnlichen Norm zu berichten haben. Von allen Oniscoiden, die ich in grösserer Anzahl erlangen konnte, vorzüglich aber von *Porcellio scaber*, von dem ich stets über 10,000 Exemplare besitze, habe ich förmliche Zucht- und Brutanstalten errichtet. In grosse breite Glasgefässe von 10 Zoll Durchmesser, 20 Zoll Höhe, gebe ich am Boden zunächst eine Schicht von feuchtem Flusssand, dann einige faulende Holz- oder Rindenstücke und fülle dann das Gefäss etwa bis zur Hälfte mit feuchtem Moos und Flechten. In einem so hergerichteten Gefässe können bequem 4—600 Exemplare untergebracht werden.

Sorgt man durch periodisches Besprengen mit weichem Wasser für die Erhaltung eines gleichmässigen Feuchtigkeitsgrades und füttert die Thiere fleissig mit frischem Grünzeug, wozu sich am besten die Blätter vom kleinen Rettig, Salatkraut oder Vogelmiere eignen und ab und zu mit etwas geriebener Semmel, so gedeihen sie ganz prächtig und halten sich viele Jahre lang. Nur auf diese Weise verfügt man in jedem Monate über ein hinreichendes für jeden Zeitpunkt passendes Untersuchungsmaterial, wo in bestimmten für die Beobachtung einzelner Vorgänge besonders wichtigen Zeitmomenten oft hunderte von Individuen täglich geopfert werden müssen; nur auf diese Weise ist es auch möglich die Begattung zu beobachten; die Zeit der einzelnen Entwicklungsphasen festzustellen, überhaupt eine zusammenhängende Einsicht in den ganzen hochinteressanten Fortpflanzungsprocess dieser Thiere zu gewinnen.

Untersucht man überwinterte Weibchen in den Monaten Januar bis Ende April, so findet man ausnahmslos die doppelte weibliche Genitalöffnung beiderseits an der Bauchschiene des fünften Körpersegmentes, bei jedem Individuum, ohne jede Ausnahme (Fig. 1). Von der Insertionsstelle des betreffenden Fusses verläuft an der Bauchschiene eine Chitinleiste anfangs bogenförmig nach abwärts, später mit dem Hinterrande des Segments parallel. In der Mitte ungefähr der Bogenkrümmung der betreffenden Leiste, nicht selten von derselben etwas überwölbt, liegt zu beiden Seiten des betreffenden Körpersegmentes je eine winzig kleine Genitalöffnung. Ihrer Gestalt nach erscheint dieselbe als eine schmale, ovale etwas gekrümmte Spalte, welche von einem wulstigen Rande des allgemeinen Chitinintegumentes umsäumt ist. Der Längsdurchmesser derselben beträgt im Durchschnitt 0,16 mm. Die Genitalöffnung führt einzig und allein zu dem gleichfalls von mir entdeckten Receptaculum seminis, als dessen äussere Oeffnung sie ausschliesslich betrachtet werden muss. Das Receptaculum seminis (Fig. 1, 2, 6, 10) ist ein cylindrischer, blind endigender, in den Oviduct hineinragender Chitinschlauch von 1,15 mm Länge und 0,12 mm Durchmesser, dessen unterster Theil unmittelbar über der Genitalöffnung dickwandig ist, während der übrige Schlauch von einer äusserst feinen Chitinmembran gebildet wird. Der Oviduct (Fig. 2, 4, 6—10) ist ein kurzer Chitinschlauch, welcher von der Mitte der Aussenseite eines jeden Ovariums schief nach aussen und hinten zur Innenfläche der Bauchschiene des fünften Segmentes führt und dort, wo sich die Genitalöffnung befindet, sich an die Bauchschiene heftet, das Receptaculum seminis umschliessend. Die innere Wand des äusserst zarten Chitinschlauches des Oviductes ist mit Epithel ausgekleidet, die äussere mit einer Längsmuskelschicht bekleidet und mit riesengrossen mitunter zwei- und mehrkernigen Zellen überzogen. Jedes Ovarium (Fig. 2, 4, 6—10) bildet einen zartwandigen platten Chitinschlauch, welcher mit zartem Epithel ausgekleidet ist und in welchem die Eichen, 70—90 an der Zahl, freiliegen. Im Frühjahr nehmen die mächtig entwickelten Ovarien nahezu die ganze Leibeshöhle ein, liegen zu beiden Seiten des Magendarmschlauches, ihn zum grössten Theile, und die vier Leberschläuche gänzlich bedeckend und reichen vom ersten Körpersegment bis in das Postabdomen. Ihre Länge beträgt bei Thieren von 14 mm. bis 10 ja sogar 11 mm, die Breite bis 2 mm; der Durchmesser nun der nahezu

reifen Eichen beträgt 0,5 mm. Das Receptaculum seminis ist in den ersten Monaten des Jahres bis Ende April stets vollständig leer, in der zweiten Hälfte des Monats April findet man es bei einigen, besonders bei sehr grossen Weibchen mit Spermatozoiden gefüllt, in den ersten Tagen des Monats Mai, längstens bis Mitte desselben, findet man kein Weibchen mehr, dessen Receptaculum nicht strotzend mit Spermatozoiden gefüllt wäre, mit einziger Ausnahme derjenigen, wo pathologische Verbildungen der betreffenden Organe vorkommen, was jedoch unter Tausend Individuen kaum einmal beobachtet wird und wo dann in der Folge die Eichen degeneriren und zu fettigem Detritus zerfallen. Besonders zeitig im Frühjahre, mitunter schon anfangs April, findet man befruchtete Weibchen bei *Porcellio laevis*, die sich in Häusern, in warmen Localitäten aufhalten. So weit ungefähr reichte meine Kenntniss des weiblichen Genitalapparates der Isopoden bereits am Anfange der sechsziger Jahre, wie ich denn auch diese Daten, wenn auch in aller Kürze, in den vorerwähnten Monographien angegeben habe. Unerklärlich war es mir jedoch, wie die Spermatozoiden aus dem blindsackförmig geschlossenen Receptaculum zu den Eichen gelangen, eben so unerklärlich war es mir, wie die Eichen nach Aussen gelangen, da die Genitalöffnung so viele Male kleiner ist als der Durchmesser des kleinsten Eichen und überdies gegen die Leibeshöhle zu durch das Receptaculum seminis abgeschlossen wird. Kurz, die weiteren Vorgänge der Fortpflanzung blieben damals auch für mich noch in ein räthselhaftes Dunkel gehüllt. Zur Zeit habe ich nun die Erforschung der weiteren Vorgänge in Angriff genommen und bin nach viermonatlicher emsiger Arbeit unter Benützung einiger vereinzelter Beobachtungen des Vorjahres zu folgenden Resultaten gekommen.

Die Begattung der Oniscoiden, wenigstens bei *Porcellio scaber*, den ich vor Allem benutzt habe, ist nicht schwer zu beobachten. Hält man beide Geschlechter vom Winter an in verschiedenen Glaskästen streng isolirt und bringt dann ausgewachsene Exemplare beider Geschlechter in warmen Nächten zu Ende April oder Anfangs Mai in ein kleines Glasgefäss mit feuchtem Sandboden und etwas feuchtem Moos zusammen und beobachtet ihr Thun und Lassen bei völliger Ruhe und milder Beleuchtung, so braucht man gewöhnlich nicht lange zu warten, bis sie zur Begattung schreiten. Gewöhnlich genügen zwei bis drei Stunden zu dieser Beobachtung,

manchmal, besonders später im Mai, eine Zeit von wenigen Minuten. Die Männchen, welche durch ihre schmälere Körpergestalt und die längeren äusseren Appendices caudales stets kenntlich sind, sind vor der Begattung ungemein erregt, laufen viel schneller als sonst herum und das Spiel der Antennen ist ein viel lebhafteres. Die Weibchen, namentlich wenn sie in der Minderzahl vorhanden sind, werden von ihnen lebhaft umschwärmt, und mit den Antennen betastet. Endlich wird das Weibchen auf den Rücken gewälzt und die beiden Geschlechter haben während der Begattung die Bauchseiten einander zugekehrt: Die Begattung dauert verhältnissmässig sehr lange, öft mehrere Minuten, ja ich habe Exemplare beobachtet, die bis 17 Minuten in dieser Stellung verharrten, auch wird dieselbe wiederholt, wahrscheinlich im Laufe einiger Tage mehrere Male. Bei der Begattung werden beide Genitalöffnungen des Weibchens gleichzeitig befruchtet. Da ich bei allen gleich nach der ersten Begattung getödteten Weibchen stets beide Receptacula theilweise mit Spermatozoiden gefüllt gefunden habe (Fig. 2, linke Seite).

Diese Beobachtung in Verbindung mit den Lagerungsverhältnissen und der geringen Grösse der weiblichen Genitalöffnungen liefert gleichzeitig den schlagenden Beweis für die Richtigkeit meiner neuen Theorie über die Bedeutung der männlichen Begattungsorgane, wie ich sie zuerst in der Monographie über *Typhloniscus* in der k. Wien. Akademie der Wissenschaften publicirt habe. Diejenigen Gebilde, welche *Treviranus*, *Brandt* und alle übrigen Schriftsteller vor mir als Ruthen bezeichnet haben, sind einestheils selbst an ihrer Spitze so dick und plump, dass sie in die vielmal kleinern weiblichen Genitalöffnungen absolut nicht eingeführt werden können, anderentheils lassen sie sich ohne Continuitätstrennung nicht so weit von einander entfernen, um den weiblichen Genitalöffnungen auch nur genähert werden zu können, was doch unausweichlich geschehen müsste, wenn die Befruchtung der beiden weiblichen Genitalöffnungen gleichzeitig erfolgen soll. Dagegen sind diejenigen Organe, die ich als eigentliche Ruthen beschrieben habe, und die von *Treviranus* für Leiter der Ruthen, von *Brandt* für secundäre oder Nebenruthen oder Hilfsorgane bei der Begattung gehalten wurden und denen auch von allen übrigen Schriftstellern dieselbe Bedeutung zugeschrieben wurde, vermöge ihrer äusserst feinen Spitze, vermöge der Fähigkeit so-

weit mit Leichtigkeit auseinandergespreizt werden zu können, als die Distanz der beiden weiblichen Genitalöffnungen beträgt, und vermöge der Rinne, die sie besitzen, einzig und allein geeignet, gleichzeitig in die beiden weiblichen Genitalöffnungen eingeführt, die Spermatozoiden in die betreffenden Receptacula gelangen zu lassen.

Wenige Tage nach erfolgter Begattung, nachdem die Receptacula sämtlicher Weibchen strotzend voll mit Spermatozoiden gefüllt sind, beginnt der Schlauch des Receptaculum an der Spitze zu degeneriren, platzt endlich in unregelmässigen Fetzen und die Spermatozoiden gelangen auf diese Weise frei in den Oviduct, woselbst sie sich an obersten Theile unmittelbar vor dem Ovarium zu einem eiförmigen Knäuel von milchweissem Ansehen ansammeln und bis auf weiteres unverändert verweilen (Fig. 6).

Während diese Wandlungen im Oviducte und Receptaculum vor sich gehen, bereiten sich die Weibchen zur Häutung vor, welche mit dem Fortpflanzungsgeschäft in engster Beziehung steht, und in zwei Tempos erfolgt. Die Weibchen werden ungemein träge und hilflos, nehmen keine Nahrung zu sich; der Magendarmschlauch ist während dieser Zeit stets absolut leer, trotz des köstlichsten Futters das man ihnen reicht, und viele gehen bei diesem Wandlungsprocesse zu Grunde. Zunächst beginnt die Häutung der hinteren Körperhälfte vom fünften Körpersegmente an nach rückwärts. Die Weibchen erscheinen während dieser Zeit schon zwei bis drei Tage, ehe die Häutung der Hinterhälfte erfolgt, doppelt gefärbt. Die vordere Hälfte behält die normale Farbe, während die hintere, indem sich der abzuwerfende Chitinpanzer mehr und mehr von dem unter ihm neugebildeten abzulösen beginnt, viel blässer wird und matter erscheint. Endlich erfolgt oft unter verzweifelten Anstrengungen des Thieres die Häutung. Die abgestreifte Hülle bleibt als ein weisses zerbrechliches Modell der Hinterpartie des Thieres liegen, während dieses nun in seiner hinteren Hälfte vollkommen weich ist, da der neugebildete Panzer erst nach Tagen die gewöhnliche Härte erreicht. Während der Häutung der hinteren Körperhälfte löst sich das eiförmige Convolut der Spermatozoiden, welches bis zu dieser Zeit regungslos und unverändert im obersten Theile des Oviductes gelegen war, auf, die Spermatozoiden dringen in das Ovarium, um sich in der mittleren Partie desselben zwischen den Eichen regellos zu vertheilen.

Drei, höchstens fünf Tage nach erfolgter Häutung der hinteren Körperhälfte, nachdem dieselbe die normale Härte nahezu erreicht hat, erfolgt die Häutung der vorderen Körperhälfte, welche den Thieren noch mehr Schwierigkeiten macht, und bei welcher Gelegenheit ein noch grösserer Procentsatz von Weibchen zu Grunde geht. Nach vollendeter vollständiger Häutung ist an der Ventralseite der Weibchen eine gewaltige Umwandlung vor sich gegangen (Fig. 3). Die Körperhöhle ist an den fünf ersten Körpersegmenten nach abwärts zu durch ein äusserst zartes nach Innen zu mit Epithel bekleidetes Chitinhäutchen geschlossen, welches in der Medianlinie bei den vier ersten Segmenten eine kugelförmige schlauchförmige Verlängerung von gleichem Bau bildet, die sogenannten Brutschläuche oder Cotyledonen. Die weiblichen Genitalöffnungen sind sammt den Receptaculis seminis mit dem alten Panzer abgestreift worden; es ist jetzt keine Spur von ihnen vorhanden. Hiemit ist die wunderbare, soweit mir bekannt, einzig dastehende Thatsache constatirt, dass ein Thier nur zu gewissen Zeiten des Jahres eine äussere weibliche Genitalöffnung besitzt, um sie dann für eine lange Zeitperiode völlig abzulegen und, wie wir sehen werden, nach Verlauf einer gewissen Zeit wieder zu erlangen. Hiemit ist auch die Möglichkeit erklärt, dass wenn verschiedene Forscher dasselbe Thier zu verschiedenen Zeiten des Jahres untersuchen, sie bei der exaktesten Beobachtung die Genitalöffnung bald auffinden werden, bald nicht eine Spur von derselben sehen. An Stelle des Receptaculum seminis tritt ein sehr dünner über der Basis etwas eingeengt solider Chitingriffel (Fig. 4, 5, 7, 8, 9), welcher von einer nach Innen zu konischen Verdickung des oben erwähnten Chitinblättchens in jener Gegend des fünften Körpertheiles ausgeht, wo ehemals die Genitalöffnung sich befunden hatte und wie früher das Receptaculum in den Oviduct hineinragt. Das Chitinhäutchen, welches, wie bereits erwähnt wurde, die Ventralseite der fünf ersten Körpergriffel bekleidet, erhält, jedem Körpergürtel entsprechend, beiderseits eine mächtige, rundlich rechteckige, starke Chitinplatte, welche der Membran selbst zur Stütze und diversen Muskeln zum Ansatzpunkte dient. Der Stiel dieser Platte geht aus vom oberen Aussenwinkel eines jeden Segmentes oberhalb der Insertionsstelle des Fusses, läuft bogenförmig nach innen und unten, dem Verlaufe jener bogenförmigen Leiste, die wir am ungehäuteten Weibchen bei Gelegenheit der Lage der Genitalöffnung

besprochen haben, entsprechend, und endet in der Mitte eines jeden Segmentes in geringer Entfernung vom Aussenrande in jenen oben erwähnten Stützplatten. An Stelle der ehemaligen Bauchschiene erscheint nun an jedem der ersten fünf Körpersegmente jederseits eine Brutplatte. Jede Brutplatte mehr weniger flügelartig von Gestalt besteht aus einer Chitinhautduplicatur, in welcher Chitinkörner eingelagert sind, zwischen welchen sich ein complicirtes netzförmiges Lückensystem befindet. An einzelnen Stellen enthalten diese Lücken zahlreiche zellige Elemente.

Von den ersten vier Brutplattenpaaren wird jede von je zwei mächtigen Chitinleisten gesteuft, während das letzte Brutplattenpaar nur eine einzige Chitinleiste besitzt. In der nächsten Nachbarschaft dieser Leisten findet man zumeist die oben erwähnten zelligen Elemente angehäuft. Die Leisten der Brutplattenpaare entsprechen dem Verlaufe nach den erhabenen Leisten an der Bauchschiene der ungehäuteten Thiere. In das Lakunensystem zwischen den beiden Chitinmembranen der Brutplatten ist mitunter an bestimmter Stelle Luft eingedrungen, die betreffenden Stellen erscheinen dann dem blossen Auge milchweiss, unter dem Mikroskope schwarz. Das erste Brutplattenpaar ist sehr klein, das zweite bedeutend grösser, das dritte und vierte ist am meisten entwickelt, das fünfte wieder etwas kleiner. Indem die Brutplatten beider Seiten übereinander greifen, entsteht zwischen ihnen und der früher beschriebenen Seitenbauchmembran eine geschlossene Bruthöhle, in die die vier Cotyledonen oder Brutschläuche frei hineinragen. Bei dieser Gelegenheit will ich noch bemerken, dass in Bezug auf die Brutschläuche bei verschiedenen Gattungen und Arten der Oniscoiden mitunter interessante Abweichungen vorkommen, indem nicht immer nur vier Brutschläuche vorkommen, wie bei *Porcellio scaber*. So fand ich bei *Porcellio laevis* neben jedem Hauptbrutschlauch der Medianlinie jederseits einen kleinern, so dass das Thier im Ganzen zwölf Brutschläuche besitzt. In dieser Bruthöhle liegen die Eichen frei zwischen den Brutschläuchen herum, und nachdem sich die Jungen aus ihnen entwickelt haben, schlüpfen dieselben zwischen den um diese Zeit etwas klaffenden Brutplatten aus, gelangen nach aussen und verlassen die Mutter. Schon während der Häutung der vorderen Körperhälfte oder unmittelbar nach derselben, verlassen die nun befruchteten Eichen das Ovarium, um sich in die vorbeschriebene Bruthöhle zu begeben.

Die Eichen gleiten eins nach dem anderen in den Ovidukt, werden hier durch Contraction der muskulösen Wandungen längs des nun im Oviduktes befindlichen Chitingriffels nach abwärts getrieben, bis sie zum Ende des Oviduktes oder der Basis des eben genannten Chitingriffels gelangen. Hier erscheint nun der Ovidukt durch ein weissliches, zähes, fadenziehendes Gewebe, welches sich jedoch bei starker Vergrößerung aus winzig kleinen Zellen bestehend erweist, mit der Bauchmembran in der Gegend der Griffelbasis und der Stützplatte des betreffenden Segmentes angeheftet. Durch dieses Gewebe, welches sich auch an anderen Körperstellen vorfindet, so z. B. am Herzen und den Hauptgefässstämmen, treten die Eichen in die Leibeshöhle und gelangen durch eine breite Querspalte, welche sich zwischen dem Hinterrande der Bauchchitinmembran und dem Vorderrande der Bauchschiene des sechsten Segmentes in der Medianlinie befindet, in die Bruthöhle. Der Durchtritt sämtlicher Eichen aus dem Ovarium in die Bruthöhle erfolgt binnen wenigen Stunden. Durch diese Beobachtung ist das Räthsel gelöst, auf welche Weise die Eichen das Ovarium verlassen, was durch die winzige Genitalöffnung vor der Häutung ein Ding der Unmöglichkeit gewesen wäre. Die Genitalöffnung dient nur zur Begattung, die Geburt der Eichen erfolgt durch die oben beschriebene breite Spalte nachdem die Genitalöffnungen längst abgestreift sind.

Nach Entfernung der Eichen bildet das Ovarium einen leeren geschrumpften mit Epithel ausgekleideten Chitinschlauch (Fig. 7), in welchem etwa ein Drittheil der eingedrungenen Spermatozoiden regellos zerstreut zurückbleibt. Einzelne unbefruchtete Eichen, die mitunter zurückbleiben, degeneriren, schrumpfen und zerfallen zu fettigem Detritus.

Ich will an dieser Stelle, bevor ich mit weiterer Schilderung des normalen Verlaufes fortfahre, jener ausserordentlich seltenen Fälle Erwähnung thun, wo Weibchen zumeist in Folge pathologischer Processe nicht befruchtet werden und gelt bleiben. Es findet sich dies auf tausend Fälle kaum einmal. Die Unfruchtbarkeit der Weibchen ist entweder einseitig oder beiderseitig. Die gewöhnlichsten Ursachen derselben sind ein zu weites Hervorragan der bogenförmigen Leiste über die Genitalöffnung, wodurch die Einführung der Ruthe unmöglich wird; oder Atriesie der untersten Partie des Receptaculum seminis; oder endlich in

die Genitalöffnung eingedrungene und festgeklemmte Fremdkörper. Ist die Unfruchtbarkeit einseitig, so erfolgen die Häutungen, aber die Brutplatten der nicht befruchteten Seite erscheinen gewöhnlich missbildet, verkrüppelt. Die Eichen des befruchteten Ovariums verlassen dasselbe in normaler Weise, die des nicht befruchteten schrumpfen, degeneriren und zerfallen innerhalb des Ovariums zu Detritus (Fig. 10). Ist die Unfruchtbarkeit beiderseitig, so erfolgt gar keine Häutung und die Eichen beider Ovarien verfallen der Schrumpfung und Degeneration.

Kehren wir nun zu dem normalen Weibchen zurück, so finden wir im leeren Ovarium sich ein wunderbares hochinteressantes Ereigniss abspielen. Sämmtliche regellos zerstreut im Ovarium gelagerte Spermatozoiden sammeln sich an der Einmündungsstelle des Oviduktes oder selbst in der obersten Partie des Oviduktes, wo früher der eiförmige Spermatozoidenkäuel lag und formen sich zu einem regelmässig gewundenen Bündel von gewöhnlich brillenförmiger Gestalt und verharren in dieser Lage bis auf Weiteres (Fig. 4, 8, 9). Aus dieser äusserst interessanten Beobachtung zog ich neben anderen, wovon ich später berichten werde, den Schluss, dass die Spermatozoiden der Isopoden nicht starr und bewegungslos sein können, wie man allgemein angenommen hat, da es sonst nicht erklärlich wäre, wie sie, regellos in einem Chitinschlauche zerstreut, nun zu einem bestimmten Punkte zurückkehren und sich zu regelmässigen Figuren formiren sollten. Die objective Beobachtung hat auch diese Deduction bestätigt, indem ich Spermatozoiden aus der Periode unmittelbar nach erfolgter Befruchtung im Asselblute mit starken Immersionsystemen beobachtete. Ich konnte dann eine rotirende Bewegung um die eigene Achse und eine wenn auch äusserst langsame Locomotion constatiren.

Während sich die gelegten Eier in der Bruthöhle ruhig fortentwickeln, beginnen sich nun im geschrumpften leeren, wie wir gesehen haben, auch von den übriggebliebenen Spermatozoiden geräumten Ovarium aus dem Epithel neue, anfangs winzig kleine Eichen zu entwickeln, deren Zahl und Grösse sich langsam aber stätig vermehrt (Fig. 4, 8). Etwa 23 Tage nach der Geburt der Eichen, während die entwickelten Jungen bereits die Bruthöhle der Mutter zu verlassen beginnen, hat die Zahl der im Ovarium neu gebildeten Eichen bereits die normale Höhe erreicht und sie sind etwa halb so gross als die reifen (Fig. 9). Von nun an bilden sich

keine neuen Eichen mehr, sondern die vorhandenen wachsen langsam und allmählig bis sie etwa 20—26 Tage, nachdem die Jungen der ersten Brut die Bruthöhle der Mutter verlassen haben, die normale Grösse erreichen. Das früher geschrumpfte Ovarium wird wieder strotzend von ihnen angefüllt und erreicht dieselbe Ausdehnung, die es vor dem Legen der ersten Bruteier besessen hatte.

Ist dieser Zeitpunkt der Reife eingetreten, so erwachen die in jedem Ovidukt in regelmässigen Bündeln festgebannten Spermatozoiden abermals aus ihrem lethargischen Zustand, werden wieder lebendig und beweglich und dringen wieder in das Ovarium, wo sie sich abermals regellos zerstreuen, und die Eichen befruchten.

Nun verlassen diese Eier der zweiten Brut in gleicher Weise, wie ich es früher beschrieben habe, das Ovarium und schlüpfen in die Bruthöhle, woselbst sich aus ihnen wieder Junge entwickeln, die in der oben angegebenen Frist die Bruthöhle der Mutter gleichfalls verlassen.

Es entwickelt sich somit bei diesen Thieren eine zweite Brut ohne Begattung bei mangelnder äusserer Genitalöffnung, ermöglicht durch den von der ersten Brut zurückgebliebenen und so merkwürdig aufbewahrten Rest von Spermatozoiden, welche noch von der Begattung vor der Häutung des Thieres herkommen.

Diese höchst interessante Thatsache, welche bis jetzt in der Thierwelt in ihrer Art einzig dasteht, dürfte vielleicht auf manche Fälle, die für Parthenogenesis gehalten werden, ein anderes Licht werfen.

Nachdem die zweite Brut die Bruthöhle der Mutter verlassen hat, beginnen zunächst die Cotyledonen allmählig zu schrumpfen, bis sie endlich zu kleinen warzenartigen Protuberanzen verkümmern, welche von einem Hofe kreisförmiger concentrischer Chitinfalten umgeben sind. Die zelligen Elemente sind aus ihnen völlig geschwunden. Aus den Brutplatten schwinden die eingelagerten Chitinkörnchen, so wie auch sämtliche zellige Elemente und die sie stützenden Leisten werden stets schwächer und schwächer, bis sie endlich ganz schwinden und jede Brutplatte nunmehr als ein äusserst feines hinfalliges weiches strukturloses Chitinplättchen erscheint, das seiner Feinheit wegen bei oberflächlicher Beobachtung der Thiere sogar leicht übersehen werden kann (Fig. 5).

Die Bauchwandungen der ersten vier Segmente, von denen wir oben erwähnt haben, dass sie aus einem äusserst zarten mit Epithel bekleideten Chitinhäutchen bestehen, verlieren diese zelligen Elemente, dafür lagern sich in ihnen, jedem Segmente entsprechend, beiderseits Chitinkörner in zumeist pentagonalen Gruppen ein, welche endlich zusammenhängende, flügelartige Platten bilden, um den betreffenden Segmenten der Ventralseite genügende Festigkeit zu verleihen. Diese oben beschriebenen Veränderungen der Ventralseite der Weibchen nach beendeter Brutgeschäft sind sämmtlich auf Fig. 5 abgebildet.

Hat die Ventralseite durch die eben beschriebenen Vorgänge die gehörige Festigkeit erlangt, so bereiten sich die Weibchen abermals zur Häutung vor, welche genau in derselben Weise in zwei Tempos und mit denselben Nebenumständen vor sich geht, wie ich sie genau bei der ersten oder Frühjahrshäutung beschrieben habe; man kann diese letztere Häutung im Spätsommer als Herbsthäutung bezeichnen. Aus dieser zweiten Häutung gehen nun die Weibchen wieder gerade so hervor, wie sie vor der ersten Frühjahrshäutung ausgesehen haben.

Die Reste der Cotyledonen und der Brutplatten, sammt dem in den Ovidukt hineinragenden soliden Chitingriffel, werden mit dem alten Panzer abgeworfen, mit dem gleichzeitig selbstverständlich die Stützplatten der einzelnen Segmente und die eben beschriebenen neugebildeten flügelartigen Chitinplatten schwinden. Dagegen erscheinen wieder die früheren Bauchschienen, von denen die fünfte die Genitalöffnungen und Receptacula in der angegebenen Weise trägt, kurz, das Thier sieht nach dieser Häutung gerade so aus wie vor der ersten und wie ich es auf Figur 1 abgebildet habe.

Noch muss ich erwähnen, dass es seltene Ausnahmefälle gibt, etwa 3—5 per mille, wo ein Weibchen die zweite Brut nicht durchmacht, es geschieht dies stets dann, wenn kein genügender Spermatozoidenvorrath vorhanden ist, was jedoch, wie bereits erwähnt, äusserst selten beobachtet wird. In diesem Falle erfolgt der Wandlungsprozess, wie wir ihn nach der zweiten Brut beschrieben haben, und die zweite Häutung sofort, nachdem die erste Brut die Bruthöhle der Mutter verlassen hat.

Wenn ich zum Schlusse die wichtigsten Resultate dieser Arbeit kurz zusammenfasse, so habe ich durch dieselbe:

1. meine vor 20 Jahren gemachte vielfach angezweifelte und allgemein ignorierte Entdeckung der äusseren weiblichen Genitalien und der Receptacula seminis dieser Thiere ausser allen Zweifel gesetzt.

2. den Nachweis geliefert, dass diese Genitalöffnungen sammt den entsprechenden Receptaculis nur zu gewissen Zeiten des Jahres vorhanden sind, während sie in anderen Jahreszeiten völlig mangeln.

3. den Beweis für die Richtigkeit meiner Theorie der äusseren männlichen Genitalien dieser Thiere, die ich in meinen früheren Monographien niedergelegt habe, geliefert.

4. nachgewiesen, dass die Spermatozoiden dieser Thiere, während sie für gewöhnlich starr und unbeweglich erscheinen, in gewissen sehr beschränkten Zeitperioden Beweglichkeit erlangen.

5. den Weg entdeckt, aus welchem die reifen Eichen das Ovarium verlassen und in die Bruthöhle gelangen.

6. eine zweite Generation von Jungen ohne erneute Begattung bei diesen Thieren nachgewiesen.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel IX und X.

Fig. 1. Ein Weibchen vom *Porcellio scaber* in dem Stadium zwischen der Herbst- und Frühjahrshäutung von der Bauchseite gezeichnet, mässig vergrössert. Am fünften Körpersegmente erblickt man beiderseits nach Innen zu von der Insertionsstelle des Fusses in der Mitte die daselbst bogig verlaufende Chitinleiste, die winzig kleine etwas schief ovale mit wulstigen Rändern umgebene äussere weibliche Genitalöffnung. Das Receptaculum seminis ist durch Punkte angedeutet.

Fig. 2. Weibchen von *Porcellio scaber* zu Ende des Monates April unmittelbar vor der Frühjahrshäutung untersucht. Die Körpersohle des

Thieres ist von der Rückseite aus geöffnet und sämtliche Organe ausser den mit reifen Eichen gefüllten Ovarien mit ihren Ovidukten sind entfernt. Das linke Receptaculum seminis ist mit Spermatozoiden gefüllt, das rechte noch leer.

Fig. 3. Weibchen von *Porcellio scaber* im Monate Mai untersucht, nach vollendeter Frühjahrshäutung von unten dargestellt. Die Brutplatten der fünf ersten Körpersegmente sind künstlich auseinandergeschlagen, das 2., 3., 4. und 5. Körpersegment zeigt in der Mitte je einen Brutschlauch oder Cotyledon und zu beiden Seiten desselben gestielte Stützplatten. Vor dem 6. Segmente befindet sich die Geburtsspalte für den Austritt der Eichen aus der Leibeshöhle in die Bruthöhle. Von dem im früheren Stadium vor der Häutung dagewesenen weiblichen Genitalöffnungen ist keine Spur vorhanden.

Fig. 4. Dasselbe Thier aus demselben Stadium. Die Körpersohle von der Rückenseite aus geöffnet gezeichnet. Alle Organe ausser dem mit aus dem Epithel sich entwickelnden jungen Eichen spärlich gefüllten Ovarien sind entfernt. An Stelle des früheren Receptaculum seminis sieht man in jeden Ovidukt einen soliden Chitingriffel hineinragen. Im obersten Theile des Oviduktes ist ein Bündel von Spermatozoiden von brillenförmiger Gestalt sichtbar, es ist dies der von der ersten Brut übrig gebliebene für die zweite Brut aufbewahrte Rest der vor der Häutung durch die Begattung eingeführten Spermatozoiden.

Fig. 5. Ein Weibchen von *Porcellio scaber* nach vollendeter zweiter Brut unmittelbar vor der Herbsthäutung dargestellt. Die nur zarten, sehr schwachen Brutplatten sind auseinandergeschlagen.

Die Cotyledonen geschrumpft und an den 4 ersten Körpersegmenten haben sich durch Chitinniederschläge flügelartige Platten gebildet, die mit den Stützplatten zusammenhängen.

In der Gegend des 5. weich gebliebenen Segmentes schimmert der als Analogon des Receptaculum fungirende Chitingriffel beiderseits durch.

Fig. 6 stellt das Ovarium eines Weibchens von *Porcellio scaber* aus dem Stadium gerade während der Frühjahrshäutung dar. Das Ovarium selbst ist mit vollkommen reifen Eichen strotzend gefüllt; das Receptaculum seminis ist geborsten und die Spermatozoiden bilden im oberen aufgetriebenen Theil des Oviduktes ein Convolut von eiförmiger Gestalt.

Fig. 7 ist das Ovarium eines Weibchens von *Porcellio scaber* unmittelbar nachdem die Eichen der ersten Brut dasselbe verlassen haben um sich in die Bruthöhle zu begeben.

Das Ovarium selbst ist stark geschrumpft und gefaltet, fast leer, enthält nur einige wenige unbefruchtete Eichen, welche allmählig

schrumpfen und fettig degeneriren, ausserdem einige freie Fetttropfchen und dann die unverbrauchten Spermatozoiden, ungefähr das Dritttheil der ursprünglichen Menge, welche zumeist in den mittleren Partien desselben regellos zerstreut gelagert sind.

Fig. 8. Ovarium eines Weibchens von *Porcellio scaber* wenige Tage nachdem die Eichen der ersten Brut dasselbe verlassen haben und sich zur Weiterentwicklung in der Bruthöhle befinden. Die geschrumpften Wandungen des Ovariums haben sich etwas geplättet, doch hat dasselbe noch eine geringe Ausdehnung. Aus dem Epithelbelag der Wandung desselben beginnen sich winzig kleine, junge Eichen zu bilden, welche allmählig an Grösse und Zahl zunehmen. Die Spermatozoiden haben sich gegen den Ovidukt hin zurückgezogen und formiren daselbst ein einziges regelmässig geformtes und gelagertes Bündel von mehr weniger brillenförmiger Gestalt.

Fig. 9. Ovarium eines Weibchens aus der Zeitperiode wann die Jungen der ersten Brut die Bruthöhle der Mutter verlassen, die definitive Anzahl der Eichen ist bereits erreicht; es entstehen keine neuen mehr aus dem Epithel und sie haben bereits nahezu die Hälfte des Durchmessers der reifen Eichen erlangt.

An der Einmündungsstelle des Oviduktes liegt das erwähnte Spermatozoidenbündel und im Ovidukt der Brut der Chitingriffel.

Fig. 10. Ovarium eines Weibchens von *Porcellio scaber*, welches aus pathologischen Gründen nicht befruchtet wurde.

Die Eichen sind geschrumpft, degeneriren und zerfallen allmählig; zwischen ihnen zeigen sich einzelne Fetttropfen.

Von Spermatozoiden ist keine Spur vorhanden, im Ovidukt ist das völlig leere *Receptaculum seminis* sichtbar.

Weitere Untersuchungen über das Riechepithel und sein Verhalten zum Nervus olfactorius.

Von

Dr. A. v. Brunn,
Prosector in Göttingen.

Hierzu Tafel XI.

Die der folgenden Mittheilung zu Grunde liegenden Untersuchungen wurden in der Absicht angestellt, der Beantwortung der Frage nach der Endigung des Riechnerven näher zu kommen, als das bisher geschehen ist. Die letzte Endigung dieses Nerven habe ich nicht gefunden, überhaupt muss ich leider gestehen, dass grade in Bezug auf diesen Hauptpunkt wenig Neues zu Tage gefördert wurde. Dennoch scheinen mir die Resultate der Mittheilung werth. Sie sind geeignet, die von Exner in drei Mittheilungen (Sitzungsberichte d. kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu Wien 1870, 1872, 1877) vertretene Ansicht, dass die Aeste des N. olfactorius in ein weitmaschiges protoplasmatisches subepithelial gelegenes Netzwerk übergehen, aus dem die beiden Zellenarten des Epithels — M. Schultze's Epithelial- und Riechzellen — hervorgehen, zu beseitigen; sie bestätigen und erweitern die von Babuchin (Strickers Handbuch der Lehre von den Geweben, II. Band, Leipzig 1872) vorgetragene Lehre, dass die Nervenäste direkt in das Epithel eintreten.

Selbstverständlich musste ich meine Aufmerksamkeit auch wiederholt den Elementen des Epithels zuwenden und aufs Neue die von mir (Archiv für mikr. Anatomie Band XI) beschriebene Membrana limitans olfactoria, welche von Exner in seinem dritten Aufsätze und von Löwe (Beiträge zur Anatomie der Nasen- und Mundhöhle, Berlin 1878) gelehnet wird, auf ihre Existenz

untersuchen, sowie auch die das Epithel gegen die Schleimhaut abgrenzenden Theile ins Gebiet meiner Untersuchungen ziehen.

Zunächst ein paar Worte über das Epithel. Ich muss hier die M. Schultze'sche strenge Scheidung von Epithelial- und Riechzellen auch jetzt noch durchaus festhalten, wiewohl ich Exner das wenn auch recht seltene Vorkommen von Uebergangsformen zugestehe. Ich muss diese Scheidung für durchaus nothwendig halten, weil das Verhalten der Zellenarten zur Oberfläche ein durchaus verschiedenes ist, wie ich später darlegen werde. — Dagegen bestätige ich die von W. Krause (C. F. Th. Krause's Handbuch der menschlichen Anatomie, III. Aufl., Band I. Hannover 1876) als Basalzellen beschriebenen und von Mahmoud Sidky (Recherches anatomo-microscopiques sur la muqueuse olfactive, Thèse de Paris 1877) als Couche basilaire zusammengefassten Zellen und kann als besonders günstiges Object zu ihrer Darstellung die Riechschleimhaut der Vögel (Huhn, Ente, Taube) empfehlen, wo diese Gebilde eine sehr regelmässig conische Gestalt besitzen und besonders lang und zahlreich sind, was hier namentlich gegenüber der geringen Zahl der Riechzellen auffällt.

Was nun das Verhalten der Epithelial- und Riechzellen zur Oberfläche betrifft, so habe ich in dem oben citirten Aufsätze eine diese Fläche bedeckende, wie ich damals meinte, amorphe Substanzschicht beschrieben und abgebildet, die eine nicht unbedeutliche Dicke, etwa 0,005 mm hat und auf ihrer unteren Fläche Leisten besitzt, welche zwischen die aneinander stossenden Epithelialzellen eine kurze Strecke eindringen, und durch welche diese Schicht, wenn man sie isolirt von der Fläche sieht, eine netzförmige Zeichnung erkennen lässt. In den Leisten befinden sich Poren, welche die ganze Schicht durchsetzen, und in denen die peripherischen Fortsätze der Riechzellen stecken, so dass sie also direkt von der die Nase durchstreichenden Luft getroffen werden, von der die Epithelialzellen durch eben diese Schicht getrennt sind; ich nannte diese Schicht *Membrana limitans olfactoria*. Seitdem hat W. Krause die Entdeckung gemacht, dass das Riechepithel von äusserst feinen erst bei 800maliger Vergrößerung erkennbaren, nicht flimmernden Härchen bedeckt ist, er schreibt solche den beiden Zellenarten zu, meint aber, sie scheinen auf den Riechzellen etwas dicker zu sein. Derselbe erkennt zugleich aber die *Membr. limitans* an; ebenso Sidky, — nur dass Letzterer

meine Angabe dahin modificirt, dass die genannte Begrenzungshaut unmessbar dünn sei; die Krause'schen Härchen kennt er nicht. Löwe bestätigt die Letzteren. Er erklärt das Verhältniss der Epithelial- und Riechzellen zur Oberfläche für gleich, lässt beide mit denselben Härchen besetzt sein, erkennt als Besonderheit des Flimmerbesatzes der Regio olfactoria nur seine leichte Abhebbarkeit in grossen Stücken an, und meint, meine Limitans sei identisch mit dem Härchenbesatz beider Zellenarten. Exner in seiner dritten Mittheilung ist derselben Ansicht bezüglich des Frosches, während er die Härchen bei Säugethieren noch nicht allgemein anerkennt.

Auch diese Krause'sche Entdeckung kann ich, wenn auch mit einiger Beschränkung, bestätigen. Es findet sich über den Epithelialzellen ein Saum, der bei Hartnack 10 μ imm. deutliche Streifung senkrecht zur Oberfläche zeigt, dessen vollständige Auflösung in einzelne Härchen aber kaum vollkommen gelingt. Es verhält sich mit ihm ungefähr, wie mit dem Saume der Darmepithelzellen, an dem man ja auch gelegentlich eine Isolation der ihn zusammensetzenden Stäbchen beobachtet. Indessen stehen, glaube ich, die Stäbchen, aus denen sich jener Saum zusammensetzt, den Flimmerhaaren noch näher, als die Elemente des Epithelialzellenbesatzes der Riechschleimhaut. — Trotzdem ist die Limitans nicht aufzugeben: sie liegt vielmehr unter den Härchen — rudimentäre Flimmerhaare könnte man sie vielleicht nennen, — sie bedeckt die Epithelialzellen, besitzt entsprechend den Grenzen dieser die Verdickungen, die ihr in der Flächenansicht das netzförmige Ansehen geben und auf dem Durchschnitt an der unteren Fläche deutlich hervortreten; sie hat von eben solchen Verdickungen umgebene Poren, durch welche die peripherischen Riechzellenfortsätze dringen, um ungefähr im Niveau der freien Enden der Härchen zu endigen. Meine frühere Limitans besteht also aus dieser und den Härchen.

Dies Verhalten ergibt sich aus Bildern, welche man auf verschiedene Weise erhalten kann. Einmal findet man in Zerzupfungspräparaten von Riechschleimhäuten, welche 24 Stunden lang in Osmiumsäure von 2% gelegen hatten und dann in Wasser macerirt waren (Fig. 1) direct, dass die Riechzellenenden durch die Poren dringen; ganz ähnliche Bilder geben Durchschnitte von Schleimhäuten, welche in Müller'scher Flüssigkeit oder 6 proc. Lö-

sung von Kali bichrom. und dann in Alcohol gehärtet waren, — sowie auch Zerzupfungspräparate aus den genannten Flüssigkeiten. Dann mache ich darauf aufmerksam, dass man an Flächenansichten des Epithels, bei denen die freie Fläche nach Oben liegt, beim Heben des Tubus die optischen Durchschnitte der Riechzellen noch deutlich erkennt, wenn die Contouren der Epithelialzellen bereits verschwunden sind. Ich betone besonders, dass ich 2procentige Osmiumsäure anwendete, welche eine Quellung der Epithelialzellen fast gar nicht bewirkt und der man wohl auch eine Quellung der Riechzellen kaum zuschreiben kann.

Die freien Enden der Riechzellen nun finde ich an Präparaten, welche 24 Stunden in 1—2 proc. Osmiumsäure gelegen und danach 4—6 Wochen in der Merkel'schen Mischung von gleichen Theilen Glycerin, Alcohol und Wasser zugebracht hatten, — weniger gut nach Wassermaceration — kolbig angeschwollen und mit Härchen von grosser Feinheit, die aber viel deutlicher sind, als jene der Epithelialzellen, spärlich besetzt. Am besten gelingt aber ihre Darstellung an Riechschleimbhäuten von Säugethieren, die in der von Pacini angegebenen Conservirungsflüssigkeit — es ist die erste der bei den Pacini'schen Mischungen, welche Frey auf S. 136 der 6. Auflage des Mikroskop angiebt und in welcher rothe Säugethierblutkörper sich so gut halten — einige Stunden gelegen haben. Hier sind die Endflächen der Epithelialzellen sämmtlich durchaus glatt, jede Spur der Härchen ist verschwunden, — ebenso constant aber überragen die Riechzellen die Oberfläche und zeigen auf das Schönste die Riechhärchen“ (Fig. 2). Auch isoliren sich die einzelnen Zellen häufig, wenigstens der peripherische Fortsatz mit dem Zellkörper, und beseitigen so jeden Zweifel darüber, dass auch wirklich nur die Riechzellen die Träger dieser eigenthümlichen Bildung seien. Die kurzen Härchen stehen nach allen Seiten hin von dem kolbigen Ende ab und es bilden die äussersten etwa einen Winkel von 180° mit einander. — Die regelmässige Erhaltung der Riechhaare und ebenso vollständige Lösung des Härchenbesatzes der Epithelialzellen ist zugleich ein, wie ich denke, sicherer Beweis für die Ungleichwerthigkeit beider.

Bei Vögeln — Huhn, Ente, Taube — und Amphibien, — Frosch, Salamandra maculosa, Triton taeniatus und alpestris — sind die Verhältnisse in mehreren Punkten andere, als bei Säugethieren. Einmal fehlen, wie ich heute noch behaupten muss, den Epithe-

Epithelialzellen die Haare, — ohne allen Zweifel tragen sie nicht die gleiche, wie die Riechzellen, — zweitens ragen die peripherischen Riechzellenfortsätze nicht so weit über die Oberfläche empor, sondern wölben sich nur eben halbkugelig über dieselbe, drittens sind die Riechhaare sehr viel länger. Das Erste halte ich für eine wesentliche Differenz, die beiden anderen Punkte für unwesentliche, da sonst das Verhalten zur Limitans ganz das gleiche ist. Diese habe ich nämlich jetzt, was mir früher nicht gelungen war, auch bei allen diesen Thieren in grossen Stücken isolirt erhalten. Der Durchschnitt — am besten an geeigneten Stücken von Zupfpräparaten aus Osmiumsäure von 2 pCt. — zeigt die glatte Limitans und durch deren Lücken die Riechzellen hindurehtretend, welche auf ihrem Endknöpfchen den Büschel langer Haare zeigen. Diese letzteren strahlen pinselförmig aus, sodass die äussersten einen Winkel von 30—40° mit einander bilden und die von benachbarten Zellen einander vielfach durchkreuzen, wodurch das Bild eines vollständigen Wimperkleides dickerer Stücke hervorgehoben wird. Dem entspricht ausserordentlich schön die Flächenansicht. Bei hoher Tubusstellung sieht man die punktförmigen optischen Querschnitte der Härchen ganz gleichmässig vertheilt. Senkt man den Tubus, so treten diese Pünktchen zu Gruppen zusammen, um bei weitergehender Tiefstellung mehr und mehr zusammenzurücken und endlich auf den optischen Querschnitten der Riechzellenenden zu verschwinden. Erst bei einer abermaligen Drehung der Schraube treten dann die Leisten der Limitans auf.

So glaube ich also das gleiche Verhalten der Riechzellen zur Oberfläche des Epithels und die gleiche Beschaffenheit ihrer freien Enden bei Säugethieren, Vögeln und Amphibien nachgewiesen zu haben.

Das ungleiche Verhalten der Epithelialzellen ist freilich recht unbequem. Die mangelhafte Ausbildung und grosse Vergänglichkeit der Kraus'schen Härchen bei den Säugethieren lässt hoffen, dass man etwas Aehnliches bei Vögeln und Amphibien noch finden werde, es hat mir einigemal geschienen, als befände sich über den entsprechenden Zellen des Frosches und Salamanders ein ähnlicher, aber viel niedrigerer Saum; indessen waren mir die Bilder zu unbestimmt, als dass ich sie für mehr als der blossen Erwähnung werth hielte.

Die gegebene Schilderung weist die von Exner und Loewe

aufgestellte Ansicht zurück, dass das, was ich als eine Membran beschrieben, nichts Wesentliches sei, dass das Besondere des Riechepithels nur in der leichten Ablösung des Härchenbesatzes in grossen Stücken liege, eine Meinung, deren Unhaltbarkeit meiner Ansicht nach schon daraus hervorgeht, dass man so häufig — siehe meine frühere Mittheilung S. 475, Fig. 7 — Präparate erhält, in denen sich die Limitans sammt dem Härchenbesatz (beide habe ich damals nicht getrennt, sondern zusammen als Limitans beschrieben und bezeichnet) in grossen Stücken isolirt findet, welche mit den feststehenden peripherischen Riechzellenfortsätzen dicht besetzt sind, während die Epithelialzellen alle oder fast alle fehlen. Wäre das Verhältniss zur Oberfläche das gleiche, so sollte man doch bei der grösseren Oberfläche der Epithelialzellen eher an ein Festhaften dieser denken.

Als was soll man nun diese Membran ansehen? Ich stimme mit Loewe darin überein, dass sie als Cuticularbildung aufzufassen sei: sie ist gewiss gleichbedeutend mit dem glänzenden, die Cilien tragenden Saum der gewöhnlichen Flimmerzellen, aber mit der Besonderheit, dass diese Bildung nur den Epithelialzellen zukommt und dass die den einzelnen Zellen angehörenden Säume viel fester mit einander verklebt sind, als irgendwo sonst. Wie schon in meiner früheren Mittheilung angegeben, habe ich Stücke von 0,6 qmm isolirt gesehen. Dieser Cuticularmembran besondere Beachtung zu widmen und ihr einen Namen zu geben, dazu hat man gewiss ebensoviel Recht, wie dazu, die Membr. limit. externa der Retina oder die Membr. reticularis cochleae als solche zu bezeichnen, wiewohl beide von Niemandem für selbständige Bildungen gehalten werden.

Zur Verfolgung der Olfactoriusfasern habe ich mich des Goldchlorids bedient, und zwar habe ich dasselbe nach der von Loewit angegebenen Methode angewandt, mit der Modification, dass ich, um die Ablösung des Epithels zu verhindern, die Ameisensäure in weit schwächerer Concentration, 1—4%, benutzte. Die Launenhaftigkeit des Goldchlorids bewährte sich leider auch hier. Unter etwa 50 Vergoldungsversuchen glückte nur einer recht gut: diesem einen Präparate sind die Schnitte entnommen, von denen Theile in Fig. 3 und 4 dargestellt sind. Es war dies Geruchsorgan eines fast erwachsenen Kaninchens frisch in Ameisensäure von 4% abgespült worden, hatte dann eine halbe Stunde in Goldchlorid

von 1% und nachher 24 Stunden in derselben Ameisensäure zugebracht. Sonst habe ich in noch acht Fällen bei der Katze, dem Fuchs, dem Kaninchen, dem Huhn, Frosch und Salamander, Bilder erhalten, in denen man das Eintreten der Nerven in das Epithel deutlich erkannte, aber wegen zu tiefer Goldtinction des Epithels und der unterliegenden Schichten weniger gut. An Versuchen, eine sichere Methode ausfindig zu machen, habe ich es nicht fehlen lassen, ich habe die Concentration der Goldlösung sowohl, wie der Ameisensäure mannichfach variirt, — erstere von 0,25 bis 2%, — letztere von 1—20%, — ohne zum Ziele zu gelangen. Dennoch sind die einen gelungenen und die anderen leidlich gerathenen Vergoldungen durchaus beweisend dafür, dass die Aeste des Riechnerven, nachdem sie sich im Schleimhautgewebe vielfach getheilt haben und dicht unter dem Epithel noch einmal in feine Zweige zerfallen sind, direct in das Epithel eintreten; die Präparate sind durchaus nicht anders zu deuten: Fig. 3 ist ein rein senkrechter Schnitt und die Verfolgung der Nerven in das Epithel leicht. Auffallend erscheint, dass die meisten Aeste dort plötzlich, ohne zugespitzt zu sein, endigen. Flächenschnitte erklären das leicht: sie zeigen, dass die Nerven zwischen den Füßen der Epithelialzellen plötzlich in die horizontale Richtung umbiegen und sich spitzwinklig verästeln, bis sie als feinste zugespitzte Fibrillen verschwinden. Von einer Plexusbildung im Epithel von Seiten der Nerven kann man kaum sprechen, ich wenigstens habe nie mit Sicherheit Anastomosen der Zweige beobachtet, höchstens Kreuzungen. Dass diese Verästelungen nicht subepithelial, sondern wirklich intraepithelial sind, beweisen die Flächenschnitte sowohl wie die senkrechten Durchschnitte. In ersteren hat man mit den feinen Aestchen stets zugleich die Füße der Epithelialzellen im Fokus; in letzteren findet man die punktförmigen Querschnitte der Fibrillen niemals unter dem Epithel, was doch bei subepithelialer Lage nothwendig der Fall sein müsste, was ganz besonders in diesen Goldpräparaten auffallen müsste, bei welchen unter dem Epithel eine völlig ungefärbte Schicht, auf welche ich nachher noch zurückkommen werde, liegt. Innerhalb des Epithels, in den tiefsten Schichten desselben, findet man solche Pünktchen, kann einige auch sicher als Faserquerschnitte erkennen; freilich aber ist es, da das Epithel nicht ganz farblos bleibt, in manchen Fällen schwer, wohl auch unmöglich, die Diagnose mit Sicherheit zu stellen.

Weiter als die Abbildungen zeigen, habe ich die Verfolgung der Nerven nicht ausführen können. Vielleicht sind die Pünktchen, welche man an den feinsten Fibrillen sieht und welche denselben ein varicöses Ansehen verleihen, die optischen Durchschnitte von Aesthen, welche senkrecht im Epithel aufsteigen, es liegt dieser Gedanke nahe, da man sonst die Verjüngung der Fasern nicht recht begreift, aber direct dies Verhalten zu beobachten, habe ich nicht vermocht. Babuchin beschreibt ein Präparat von der Schildkröte, in dem ihm die Verfolgung der Nervenfasern bis an den Kern einer Riehzelle geglückt ist, — ich habe so weit nicht kommen können. Eines muss ich noch erwähnen, was ebenfalls Babuchin auffiel, dass nämlich die Körper und Fortsätze, namentlich die peripherischen, der Riehzellen — nicht aber ihre Kerne — eine viel tiefere Goldfärbung annehmen, als die Epithelialzellen. Ich besitze Präparate, welche dies Verhalten ganz prachtvoll erkennen lassen, will aber daraus keineswegs irgend welche weiteren Schlüsse ziehen.

Meinen Abbildungen stehen die von Exner (Sitzungsberichte 1872, namentlich Taf. II, Fig. 4) gegenüber. Er bildet dort, ebenfalls vom Kaninchen, besonders deutlich sein subepitheliales nervöses Netzwerk ab, in welches auf der einen Seite die Olfactoriusäste auf der anderen die Epithelial- und Riehzellen direct übergehen. Ich will eine Deutung dieses Netzwerkes nicht versuchen und überlasse es getrost der Zeit und den Nachuntersuchern, welche der beiden Abbildungen sie als die den Thatsachen mehr entsprechende erhalten, welche sie verwerfen wollen.

Endlich forderten Exner's Abbildungen zu einer genauen Durchforschung der unter dem Epithel liegenden Gewebe und zur Aufsuchung des subepithelialen Netzes auf. An den Goldpräparaten findet man unmittelbar unter dem Riechepithel, welches eine mässige Goldfärbung zeigt, eine von demselben durch geringen Glanz und absolute Farblosigkeit sich scharf unterscheidende nur ganz schwach streifige Schicht mit einzelnen, der Oberfläche parallel stehenden platten Kernen, sie hat etwa 0,008 mm Dicke. Das tiefer unten die Zwischenräume zwischen den Drüsen und Nerven einnehmende Bindegewebe ist ebenfalls ziemlich scharf gegen diese Schicht abgesetzt durch bedeutend stärkere Faserung und tiefere Goldtinction. An Schnitten von in Osmiumsäure von 2 pCt. und Alcohol gehärteten Riechschleimhäuten zeigt sie sich

umgekehrt in einem dunkleren Farbenton, als das tiefere Gewebe. Ihre Constituentien sind an solchen Schnitten nicht zu erkennen, wohl aber kann man sich dieselben durch Zerzupfen von Präparaten, welche 14 Tage oder länger in Müller'scher Flüssigkeit oder Lösung von doppeltchromsaurem Kali von 2—6 pCt. gelegen hatten, zur Anschauung bringen. Man findet hier zunächst unter dem Epithel eine einfache Schicht platter Zellen, deren der Oberfläche parallel gerichtete grosse und platte Kerne vor einer Verwechslung mit den Krause'schen Basalzellen schützen (Fig. 5). Sehr oft erkennt man dies Verhältniss mit Leichtigkeit, bald an dickeren Stücken, wo die ganze Lage der Zellen deutlich wird, bald an kleineren, wo nur eine solche Zelle mit den auf ihr stehenden Epithelialzellen erhalten ist; — bald auch, freilich weniger scharf, an gefärbten Schnitten durch das in 6 procentiger Lösung von Kali biehr. und dann in Alcohol gehärtete Organ. Die scharfe Abgrenzung dieser Zellen gegen das Epithel ist zweifellos.

Bringt man ein Stück, an dem diese Zellen streckenweis ganz isolirt sind, wie das in Fig. 5 gezeichnete, zur Drehung, dann zeigt sich, dass diese Zellen sternförmige, durch zahlreiche Ausläufer mit einander anastomosirende sind (Fig. 7), zwischen denen nur hie und da eine kreisförmige Oeffnung für den Ausführungsgang einer Bowman'schen Drüse bleibt. Diese dem embryonalen reticulären Bindegewebe ähnliche Schicht bleibt nicht immer an dem Epithel, sondern häufig auch auf der nächsten Gewebsschicht haften, woraus sich wohl erklärt, dass man in manchen Zerzupfungspräparaten vergeblich nach ihr sucht. Nie vermisst habe ich sie an Flächenschnitten in Osmiumsäure gehärteter Riechschleimhäute von Säugethieren, in welchen die Zellen und Anastomosen nur etwas schlanker erscheinen, als in den Zupfpräparaten aus Chromsalzlösungen.

Diese Schicht sitzt nun einer Lage eines nur sehr undeutlich faserigen Gewebes auf, welche ungefähr dieselbe Dicke, wie die Zellen, ungefähr 0,004 mm hat, und in welcher hie und da Kerne, von etwas körniger Substanz umgeben, gefunden werden; ich bin indessen darüber nicht ins Klare gekommen, ob diese Kerne nicht etwa zusammen mit ihrer körnigen Umgebung, die auf dieser Schicht haften gebliebenen sternförmigen Zellen sind. Diese Lage homogenen Bindegewebes scheint mit den tieferen Schichten auch nur lose verbunden zu sein, wenigstens erhält man an Zupfpräpa-

raten von Schleimhäuten, deren Epithel vorher vorsichtig entfernt worden war, oft grosse Stücke von ihr, deren optischer Durchschnitt — an Falten — auf beiden Seiten glatt begrenzt erscheint.

Die Deutung dieser beiden unter dem Epithel liegenden Schichten ist wohl nicht ganz leicht. Am nächsten liegt es mir, die sternförmigen Zellen den kürzlich von Afanasieff (dieses Archiv Band XV) näher studirten ähnlich gestalteten Gebilden auf der Innenfläche der Membranae propriae der Drüsen, namentlich des Hodens, gleichzusetzen, wogegen die folgende Schicht etwa der, mitunter ja auch eine beträchtliche Dicke erreichenden Membrana propria selbst, zu vergleichen wäre.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XI.

- Fig. 1. Aus einem Zupfpräparat der Riechschleimhaut vom Kaninchen; Osmium 1 pCt. 48 Stunden, Wasser 8 Tage. Die Epithelialzellen bedeckt von der M. limitans, ml, welche den härchenähnlichen Besatz trägt; aber rechts auch isolirt liegt. Die Riechzellen durchbohren die M. lim. Hartn. 10/IV à imm.
- Fig. 2. Junges Kaninchen. Pacini'sche Flüssigkeit 2 Stunden. Die Riechzellen endigen mit Kolben, welche die Riechhärchen tragen. Hartn. 10/IV à imm.
- Fig. 3. Kaninchen; Ameisensäure, Gold-Ameisensäure. Schnitt senkrecht zur Oberfläche. Die Nerven durchbohren die absolut farblose subepitheliale Schicht se und dringen in das Epithel ein. Dr Bowman'sche Drüse. Winkel 8/IV.
- Fig. 4. Flächenschnitt desselben Geruchsorganes. Rechts unten liegt der Schnitt in einer tieferen Schicht, als links. Rechts unten zwischen den verästelten Nervenfasern nur Füsschen von Epithelialzellen ez, links auch die Riechzellenkörper rz erkennbar. Dr Durchschnitte Bowman'scher Drüsen. Winkel 8/IV.
- Fig. 5. Junge Ratte, etwa 8 Tage alt; Müller'sche Flüssigkeit 2 Monat; Zupfpräparat. Unter dem Epithel die Schicht der sternförmigen Bindegewebszellen stz. rz, die über die Oberfläche herausragenden Riechzellen. Winkel 8/IV.

- Fig. 6. Dasselbe Präparat. Eine der sternförmigen Zellen mit 2 Epithelialzellen; deutliche Grenzen zwischen beiden. In dem senkrecht gestrichelten Saum über dem Epithel die peripherischen Riechzellenfortsätze sichtbar. Winkel 8/IV.
- Fig. 7. Hausmaus, Kali bichr. 4 pCt. 14 Tage. Die subepithelialen sternförmigen Zellen von der Fläche. Winkel 8/IV.
- Fig. 8. Die unter den letzteren gelegene homogene Bindegewebsschicht mit den Löchern für die Bowman'schen Drüsen. Winkel 8/IV.

Fortsetzung der Untersuchungen über *Tethya lyncurium* Autorum.

Von

Dr. Béla Dezsö aus Kolozsvár.

Hierzu Tafel XII.

Bevor ich die Fortsetzung meiner unter Prof. O. Schmidt's Leitung ausgeführten Untersuchungen ¹⁾ im zoologischen Institute in Graz über die *Tethya lyncurium* aus Triest unternahm, habe ich Herrn Prof. F. Eilhard Schulze's Original-Präparate über die schon von ihm beschriebenen Spongien studirt und habe sodann, um mich mit seiner Methode bekannt zu machen, unter seiner Leitung die von ihm bisher beobachteten Spongien ²⁾ theils an lebenden, theils an conservirten Stücken nachuntersucht.

1) Dieses Archiv Bd. XVI. 1879. Die Histiologie und Sprossentwicklung der Tethyen, besonders der *Tethya lyncurium*, Lieberkühn (Autorum).

2) *Sycandra raphanus*, H. *Aplysina aërophoba*, Nardo. *Aplysilla sulphurea*, F. E. Schulze. *Halisarca lobularis*, O. Sch. *Halisarca Dujardini*, Johnston. *Euspongia officinalis adriatica*, F. E. Schulze. *Cacospongia scalaris*, O. Sch. *Spongelia pallescens*, O. Sch. *Spongelia avara*, O. Sch. *Chondrilla uncula*, O. Sch. *Chondrosia reniformis*, Nardo.

Sodann ging ich an die Untersuchung der *Tethya lynceurium* aus Triest, welche ich durch die Vermittlung der Triester k. k. zoologischen Station auf die Bestellungen des Herrn Prof. F. E. Schulze reichlich, sowohl im lebendigen, wie frisch eingelegten Zustande, haben konnte.

Wie ich schon früher ¹⁾ bemerkt habe, zeigt die „*Tethya lynceurium* aus Triest (Taf. I. Fig. 1) eine sehr eigenthümliche Zusammensetzung. Die hochentwickelten radiär ausstrahlenden Nadelbündel (Fig. 2, 3) erzeugen an der Oberfläche Vorsprünge, so dass diese *Tethya* aus Triest Uebergangsform zwischen der *Tethya lynceurium* varietas villosa O. Schmidt und *Tethya lynceurium* autorum sein dürfte. Das Epithel (Fig. 4, 6) ist wegen der der Oberfläche gewöhnlich anhaftenden Verunreinigungen schwer auffindbar. Darunter liegt die mächtige kleinsternige Schicht; die grossen Sterne sind sehr spärlich vorhanden und muss man sie mit Mühe aufsuchen. Die Faserzellenschicht ist schön entwickelt. Das Markgewebe besteht aus isolirbaren Zellen. Das Wassergefässsystem ist typisch und sehr mächtig entwickelt.“ An diese schon in Strassburg i. E. über die *Tethya* aus Triest erhaltenen Resultate knüpfte ich die in Graz gewonnenen an.

Makroskopische Anatomie der *Tethya lynceurium* aus Triest.

Die *Tethyen* kommen bei Triest (Taf. I. Fig. 1) in der Grösse von einer Haselnuss bis zu einer Faust vor. Die Farbe ist gelblich, bräunlich, wenn ihr nicht Verunreinigungen eine Schlammfarbe geben, was öfters vorkommt. An der Oberfläche sieht man die vorspringenden Nadelbündel fast in regelmässigen Abständen von einander (Taf. I. Fig. 1, 2, 3). Die Nadeln der einzelnen Bündel ragen gleich weit vor. Bei in Wasser befindlichen lebenden *Tethyen* bemerkt man Folgendes. Aeusserlich zwischen den Nadelbündeln breitet sich die „Porenhaut“ (Taf. I. Fig. 3 Ph 4) aus. Diese Porenhaut kann sich an der ganzen Oberfläche verbreiten (Fig. 4), bald hie und da sich an die untere, gleich zu besprechende „Siebplatte“ anlegen (Fig 3), bald sich hie und da gänzlich zurückziehen (Fig. 3). Bei lebendigen Exemplaren sieht

1) L. c. S. 648.

man meistens in der innersten Partie der Rindenschicht, dicht neben der Marksubstanz ein siebartiges Netz ausgebreitet zwischen je 4—5 Nadelbündeln (Taf. I. Fig. 5 von oben gesehen). In dieser „Siebplatte“ sind die Lücken makroskopisch zu sehen, welche in die trichterförmigen Eingänge des Wassergefäßsystems der Marksubstanz hineinführen (Taf. I. Fig. 3). Zwischen der Porenhaut und der Siebplatte liegen unbeständige Räume, welche wahrscheinlich als Reservoir für hineingelangte mikroskopische Thiere dienen (Fig. 3 R). Ausserdem sieht man noch die beständige Oeffnung, das *Osculum*, welche nach später mitzutheilenden Versuchen sowohl zur Ab- wie auch Zufuhr des Wassers dienen kann. Der Wasserstrom im *Osculum* ist in der Ruhe des Thieres gleichmässig und beständig. Bei Störung der Ruhe des Thieres tritt ein plötzliches gewaltsames Ausströmen ein.

Nach der Betrachtung dieser äusserlich sichtbaren Theile muss man das Messer gebrauchen und die *Tethya* halbiren (Taf. I. Fig. 2). Jetzt sieht man, wenn man glücklicherweise eine sich nicht allzustark zusammenziehende *Tethya* trifft, folgende Theile. Fig. 2 zeigt die Rindenschicht, an welcher die Nadelbündel, die Porenhaut, die Siebplatte und die dazwischen liegenden Räume zu erkennen sind. Die Farbe der Rinde ist ein helles Orange, die der darunter liegenden Marksubstanz olivengrün. Die Marksubstanz führt diese bräunliche Farbe in zwei Nuancen, die äussere Partie derselben ist heller (Fig. 3 Gs) und enthält Gefässstämme und Geisselkammern, die untere dunklere Partie führt ausserdem auch die Genitalproducte (Fig. 3 Gp). Diese Differenz in der Färbung der verschiedenen Regionen der Marksubstanz steht also in Beziehung zu deren differenter physiologischer Bedeutung.

Wenn man den Schnitt so ausführt, dass auch der Centraltheil getroffen wird, so zeigt sich, dass hier keine Marksubstanz existirt, und dass die Nadelbündel in einem Punkte zusammentreffen. Dieser „Centralkörper“ (Fig. 3 Ck) liegt ziemlich excentrisch; darum ist er beim Schneiden aus der Fig. 2 ausgefallen. Er enthält in radiärer Stellung die Nadelbündel, die von hier ausstrahlen, und welche ihre Beweglichkeit dem hier äusserst stark entwickelten Fasergewebe verdanken. Und eben, weil der Centralkörper nur Fasergewebe enthält, ist seine Farbe weisslich. Dieses Fasergewebe zieht sich an den Nadelbündeln hin und ge-

langt so vom Centrankörper durch die Marklage bis in die Siebplatte. Aus dieser aber zieht es sich in der nächsten Umgebung der Wassergefässe auch wieder durch die Markmasse fast bis zum Centrankörper zurück. Aus dem Fasergewebe der Siebplatte gehen ausserdem auch Faserzüge zu der Porenhaut, und diese Faserzüge spannen die Porenhaut zwischen den Nadelbündeln aus. Dieses später näher zu besprechende Fasergewebe halte ich für contractil. Es ist bestimmt, die Stellung der Nadelbündel zu einander zu verändern. Es kann dieselben einander nähern und von einander entfernen.

Nach diesen makroskopischen Befunden besteht die *Tethya* also aus der Rindenschicht und der Marksubstanz sammt dem Centrankörper. Speciell sind zu unterscheiden

in der Rindenschicht:

1. die Porenhaut (Fig. 3 Ph);
2. die Siebplatte (Fig. 3 Sp);
3. die Räume zwischen Porenhaut und Siebplatte (Fig. 3 R);
4. das Osculum (Fig. 3 o),

In der Marksubstanz:

1. die äussere hellerbräunliche Partie (Fig. 3 Gs);
2. die innere dunklerbräunliche Partie, in welcher die Genitalproducte, Eier und Spermatozoen, entstehen (Fig. 3 Gp);
3. der Centrankörper.

Die Farbe der Theile wird einerseits durch in besonderen Zellen enthaltene Pigmentkörnchen (Fig. 7) hervorgebracht, andererseits durch das eigenartige Aussehen der verschiedenen Gewebeelemente und der sich darin findenden Kieseltheile.

Histologische Untersuchung.

A. Kieselgebilde.

In der *Tethya lyncurium* aus Triest zeigen die Kieselgebilde einige Verschiedenheiten von den Kieselgebilden der *Tethya lyncurium* aus Neapel.

Die Vertheilung der grossen und kleinen Sterne geschieht nicht so prägnant, wie bei *Tethya lyncurium* aus Neapel. In der Porenhaut kommen nur die kleinen Sterne vor. Die grossen Sterne sind in der Siebplatte sehr selten und gemischt mit kleinen Ster-

nen. In den die Gänge begleitenden Geweben der Marksubstanz kommen beiderlei Sterne gemischt vor.

Was die Gestalt der Kieselgebilde betrifft, so sind die Nadeln nicht wesentlich verschieden von den Nadeln der *Tethya lyneurium* aus Neapel. Die kleinen Sterne stimmen sogar vollständig überein. Aber die Strahlen der grossen Sterne (Fig. 13) sind fast immer etwas wellig gekrümmt. Auch sind die grossen Sterne im Allgemeinen viel schlanker, als die der *Tethya* aus Neapel. Die hervorragenden Nadeln bei der *Tethya* aus Neapel sowohl wie bei der *Tethya* aus Triest haben an den Endspitzen je eine trichterförmige Oeffnung (S. d. Archiv Bd. XVI, Taf. XXXI, Fig. 8, 10, Taf. XXXII, Fig. 12).

B. Gewebsformen.

1. Aeussere Zellenschicht.

Die Porenhaut der *Tethya lyneurium* aus Triest trägt eine einschichtige Platten-Epithelzellenlage (Fig. 4 Ep).

Wenn man unter Wasser ein Stückchen der ausgebreiteten Porenhaut abgeschnitten hat, kann man diese Epithellage schon mittelst Hämatoxylin-Färbung zur Anschauung bringen, mittelst salpetersaurem Silberoxyd ($\frac{1}{2}\%$) aber sehr deutlich. Einmal habe ich eine *Tethya* im Institutsaquarium in Graz von der Unterlage gewaltsam abgerissen, wobei jedoch ein Stückchen an der Unterlage übriggeblieben ist. Aus diesem Bruchstücke sind später kleine Sprossen entsprungen, auf welche Prof. Schulze meine Aufmerksamkeit gelenkt hat. Ich habe diese mit salpetersaurem Silberoxyd ($\frac{1}{2}\%$) untersucht und die charakteristischen Epithelzellencontouren sind äusserst schön hervorgetreten, wie dies in Fig. 6 abgebildet wurde.

2. Kragenzellen.

Mehrere Wochen habe ich gearbeitet, bis ich die Geisselkammern der *Tethya lyneurium* finden konnte. Dies erklärt sich daraus, dass der Körper der *Tethya lyneurium* mit Kieselgebilden überfüllt ist und deshalb beim Schneiden die Geisselkammern sehr leicht zu Grunde gehen. Ich habe sie nur vereinzelt gefunden, und sie tragen den von F. E. Schulze bei *Chondrosia* wohlbeschriebenen Charakter. Fig. 8 zeigt uns eine Geisselkammer mit den Kragenzellen und dem Ausführungsgange. Diese Abbil-

ung wurde nach einem Präparate von Prof. Schulze gemacht, welches er mir gütigst zur Verfügung gestellt hat.

3. Binde substanzschicht.

Absichtlich lasse ich die Besprechung der Mesodermalgebilde nach der Besprechung der Ectodermal- und Endodermalgebilde folgen, weil ich, wie ich dies in meiner ersten Abhandlung¹⁾ bereits gesagt habe, „hinsichtlich der Schichten des Spongienkörpers im Wesentlichen zu denselben Resultaten gelangt bin, wie auch F. E. Schulze bei den von ihm untersuchten Spongien — mit zwei Abweichungen:

1. Er hat das Mesoderm nicht in zwei, in eine äussere und eine innere Schicht getheilt gefunden, wie ich.

2. F. E. Schulze nimmt eine sogenannte körnige, respective hyaline Grundsubstanz an, welche ich nie finden konnte.“

Bei der Besprechung dieser zwei Differenzen muss ich erst den zweiten Punkt auseinandersetzen.

Im Sinne Fr. E. Schulze's sind die körnige und die hyaline Grundsubstanz zwei charakteristische Varietäten der bindegewebigen Zwischensubstanz bei den Spongien. Also ist die erste Frage, ob im Allgemeinen diese bindegewebige Zwischensubstanz existirt und zweitens, ob, wenn sie existirt, das körnige oder hyaline Aussehen derselben von Bedeutung ist?

Was die Existenz dieser Zwischensubstanz anbelangt, so bin ich ganz überzeugt, dass sie bei vielen Spongien vorhanden ist. Diese Zwischensubstanz habe ich sowohl an den Originalpräparaten von Prof. Fr. E. Schulze gesehen, als auch an eigenen Präparaten von *Sycandra raphanus* H., *Aplysina aërophoba* Nardo, *Aplysilla sulphurea* F. E. Schulze, *Halisarca lobularis* O. Sch., *Halisarca Dujardini* Johnston, *Euspongia officinalis adritica* F. E. Schulze, *Cacospongia scalaris* O. Sch., *Spongelia pallescens* O. Sch., *Chondrilla uncula* O. Sch., *Chondrosia reniformis* Nardo gefunden.

Dass dieses Bindegewebe bald mit hyaliner, bald mit körniger Grundsubstanz bei einzelnen Spongien vorkommt, trifft zwar bei sehr vielen, aber nicht bei allen Spongien zu, wie dies auch von Prof. Fr. E. Schulze²⁾ bei der *Spongelia pallescens* O. Sch. angegeben

1) Dieses Archiv Bd. XVI. S. 644.

2) F. E. Schulze. Die Gattung Spongelia. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXXII. S. 135—136.

wurde. Derselbe sagt von der Binde substanzschicht der *Spongelia*: „Am Massigsten tritt diese aus einer hyalinen gallertartigen Grundsubstanz mit eingelagerten unregelmässig stern- oder spindelförmigen, oft deutlich anastomirenden Zellen gebildete Gewebsschicht in der Umgebung der grösseren abführenden Canäle, zumal der Oscularkanäle auf. Weniger reichlich findet sie sich zwischen den zuführenden Canälen und den Geisselkammern. Doch ist besonders hervorzuheben, dass sie auch in der Nähe der Geisselkammern dieselbe hyaline Grundsubstanz besitzt, wie an den andern Orten; im Gegensatze zu den meisten andern Hornspongien, bei welchen die Binde substanz zwischen den Geisselkammern durch Einlagerung zahlloser, stärker lichtbrechender rundlicher Körnchen einen wesentlich andern Charakter hat, als in den übrigen Weichkörperregionen. Ich kann in dieser Beziehung auf die in diesen Mittheilungen bereits geschilderten Gattungen *Chondrosia*, *Chondrilla* und *Aplysina* als Beispiele verweisen, während merkwürdiger Weise die der *Aplysina* doch sonst nahe verwandte *Aplysilla* ebenso wie *Halisarca* kein Körnchen in der Grundsubstanz des die Geisselkammern umgebenden Bindegewebes besitzt.“

„Gerade dieser Mangel der Körnchen in der Umgebung der Geisselkammern ist es, welches neben der abweichenden Form, Grösse und Lagerung dieser letzteren mich bestimmt, die Gattung *Spongelia* von den Gattungen *Euspongia*, *Cacospongia* etc. zu trennen.“

Hiernach kommt also bei vielen Spongien ausser dem Bindegewebe mit hyaliner Grundsubstanz auch solches mit körniger Grundsubstanz vor, und zwar letzteres nur in der Umgebung der Geisselkammern; während einzelne Spongien, wie z. B. *Spongelia*, *Aplysilla* überhaupt nur Bindegewebe mit hyaliner Grundsubstanz enthalten.

Ich selbst habe früher meine „Faserschicht“ in eine kleinsternige und eine grosssternige Schicht eingetheilt. Diese meine Einteilung trifft nun zwar für *Tethya* zu, findet aber auf andere Spongien keine Anwendung.

Nach diesen Betrachtungen gibt es bei den von mir untersuchten Spongien ein Mesodermalgebilde, was bei den entwickelten Spongien bestehen kann aus:

1. Bindegewebe mit stern- oder spindelförmigen Bindegewebskörperchen und hyaliner Grundsubstanz. In demselben findet

man auch unregelmässige, klumpige Zellen, welche als amöboide oder Wanderzellen bekannt sind.

2. Aus Bindegewebe mit körniger Grundsubstanz.

3. Fasergewebe oder Faserbündel, entweder aus lauter Faserzellen bestehend ¹⁾ oder auch mit Bindegewebe zwischen den Faserzellen ²⁾.

Was speciell die Mesodermalgebilde der *Tethya lynceurium* aus Triest betrifft, so habe ich Folgendes zu bemerken. (Vergl. Fig. 3.)

Im Centrankörper an den Nadelbündeln und in der Siebplatte giebt es ein Fasergewebe, welches aus wohlentwickelten Faserzellen besteht. In der Siebplatte kann man zwischen den Faserzellen auch Bindegewebskörper finden mit äusserst spärlicher hyaliner Grundsubstanz. Dieses Fasergewebe folgt den Canälen des Wassergefässsystems bis in die Marksubstanz hinein. Es ist zu bemerken, dass dieses Fasergewebe sich sehr schwach oder gar nicht mit Carmin oder Hämatoxylin färben lässt.

Der mesodermale Theil der Porenhaut enthält nur rundliche Bindegewebszellen mit spärlicher Grundsubstanz und führt nur kleine Zellen. Er lässt sich mit Carmin oder Hämatoxylin sehr leicht färben.

Die Marksubstanz hat eben dieselbe Struktur, wie der mesodermale Theil der Porenhaut mit der Abweichung, dass auch grössere, rundliche Zellen in der Marksubstanz vorkommen. In dem Theile der Marksubstanz, welcher die Genitalprodukte enthält (Fig. 3 Gp), kommt ein faseriges Stroma mit kleinen und hie und da auch grossen Sternen vor (Fig. 13).

Als zu den Mesodermalgebilden gehörige Bestandtheile habe ich noch die im Fasergewebe der Siebplatte reichlich vorkommenden Pigmentzellen zu erwähnen. Im Allgemeinen verhalten sich diese Pigmentzellen so, wie bei *Chondrosia* ³⁾ reniformis Nardo.

Auch die von F. E. Schulze als knollige Gebilde bezeich-

1) Dr. Dezsö. L. c. Fig. 17, 18, 19.

2) F. E. Schulze. Die Familie der Chondrosidae. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXIX. p. 18.

3) F. E. Schulze. L. c. p. 20.

nete fettähnliche Substanz kommt im Fasergewebe der Siebplatte vor. Schulze's Beschreibung dieser Elemente bei der *Chondrosia reniformis* trifft auch für die knolligen Gebilde der *Tethya lynceurium* aus Triest zu.

Das Wassergefässsystem beginnt mit den Poren der Porenhaut (Fig. 3 Ph, 4 P) und führt zunächst in die subdermalen Räume (Fig. 3 R). Aus diesen Räumen gelangt das Wasser von der Siebplatte (Fig. 3 Sp, Fig. 5) aus durch trichterförmige Canäle in die Marksubstanz, verzweigt sich baumartig in dem äusseren Theile derselben (Fig. 3) und tritt in Verbindung mit den Geisselkammern, die nur hier vorkommen. Die abführenden Gefässe nehmen den entgegengesetzten Verlauf, und münden schliesslich im Osculum aus.

Folgende interessante Erscheinung konnte ich an einer *Tethya lynceurium* aus Triest im Aquarium des zootomischen Instituts zu Graz beobachten. Die zu besprechende *Tethya* hatte ihren Centrankörper nach aussen gestülpt, so dass die Marksubstanz äusserlich zum Vorschein kam und sich die ganze Rindenschicht an einer Seite des Thieres gesammelt hatte. Es ist zu bemerken, dass diese *Tethya* sich ganz wohl befand und weder die äusseren Lebenserscheinungen noch der mikroskopische Bau Abweichungen zeigte.

Ausserdem habe ich noch Versuche mitzutheilen, welche ich hinsichtlich der Wasserströmungsrichtung bei der *Tethya lynceurium* aus Triest angestellt habe.

Aus dem Aquarium des Grazer zootomischen Instituts standen mir lebendige Exemplare derselben zur Verfügung und so konnte ich folgende Versuche ausführen.

Als ich fein pulverisirtes Carmin auf die Aussenfläche einer in einem besonderen passenden Gefässe isolirten lebenden *Tethya* brachte, konnte ich mit der Loupe langsame Strömungen durch die grössere Poren wahrnehmen und auch eine durch das Osculum in den Körper hineinführende Strömung bemerken. Nach Ablauf von zwei Stunden störte ich die Ruhe des Thieres. Dabei entstand dann eine gewaltsame andauernde Ausströmung durch das Osculum, wobei das Thier sich stark zusammenzog. Die mikroskopische Untersuchung ergab das Resultat, dass die Carminkörnchen durch die Poren bis zum Centrankörper gelangt waren. Nur die Marksubstanz enthielt Carminkörnchen. Nach diesen Versuchen

muss ich die Angaben von Elias Metschnikoff¹⁾, dass bei einigen Schwämmen die Nahrungsaufnahme ausschliesslich von Mesodermelementen ausgeführt wird, bestätigen.

Ich babe hier noch eine Beobachtung mitzutheilen, die ich für das Verständniss des Processes der Nahrungsaufnahme bei Spongien wichtig halte.

Wie Fr. E. Schulze bei den von ihm untersuchten Spongengattungen nachgewiesen hat, dringt die Bindesubstanz mit hyaliner Grundlage zugleich mit den Wassergefässen und deren Wandung bildend, in die Marksubstanz ein. Ich habe nun bei der *Tethya* erkannt, dass die in der Rindenschicht sich befindenden Räume (die subdermalen Räume) mit der kleinsternigen Schicht ausgekleidet sind, und dass diese kleinsternige Schicht auch überall die Wassergänge begleitet.

Auch habe ich die Wahrnehmung gemacht, dass die subdermalen Räume fast immer organische Körper, vorzugsweise Foraminiferen enthalten. Diese Thierchen, speciell Foraminiferen, werden in die subdermalen Räume durch die Wasserströmungen eingeführt und von der die Wandungen dieser Räume ausmachenden kleinsternigen Schicht vollständig umgeben. Diese kleinsternige Schicht hat bei diesem Process die Fähigkeit, diese Nahrungsobjecte zu umfassen.

Entwicklungsgeschichtliches über die *Tethya lynceurium* aus Triest.

1. Sprossenentwicklung.

Wie ich schon erwähnte, sah ich aus einem an einer Unterlage zurückgebliebenen Stücke von *Tethya lynceurium* aus Triest Sprossen entspringen.

Wie der Process der Sprossung in diesem Falle vor sich gegangen ist, konnte ich selbstverständlich von Anfang an nicht untersuchen.

1) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXXIII. H. 3. 1879.

Die Endspitze einer solchen Sprosse, auf welcher man die Platten-Epithellage sehen kann, habe ich in Fig. 6 wiedergegeben.

Es ist bemerkenswerth, dass meistens nur eine Nadel aus dem Nadelbündel herausragt. Seltener ragen mehrere Nadeln hervor.

Im Allgemeinen entspricht die Structur dieser Sprossen der Structur der Sprossen, welche ich in meiner vorigen Abhandlung ¹⁾ in Taf. XXX, Fig. 2, Taf. XXXI, Fig. 10 abgebildet habe. Hier findet man auch das Nadelbündel, die kleinsternige Schicht und äusserlich die Platten-Epithelschicht.

2. Genitalproducte.

Mit Eifer habe ich nach den Keimproducten bei *Tethya* gesucht, und war auch so glücklich, diese Keimproducte zu finden.

Tethya lyneurium zeigte sich hier getrennten Geschlechts. Ob dies immer der Fall ist, wage ich nicht zu entscheiden.

S p e r m a.

In Fig. 3 Gp habe ich den Ort angegeben, wo man im unteren Theile der Marksubstanz die jungen Genitalproducte, dem Geschlechte nach die Eier oder Spermaballen, finden kann.

Die Spermaballen kommen bei der *Tethya lyneurium* aus Triest schon im Mai vor. Die in Fig. 9 beigelegte Abbildung zeigt uns einen Ballen, auf dessen Beschreibung ich nicht näher eingehen will, weil die Beschreibung von F. E. Schulze ²⁾ für die „Spermaballen“ von *Halisarca lobularis*, O. Sch. auch für die *Tethya lyneurium* aus Triest vollständig zutrifft. Was die Fig. 9 anbelangt, so will ich bemerken, dass sie nach einem Präparate von Prof. F. E. Schulze gemacht wurde, welchem ich auch hiefür meinen besten Dank ausspreche.

Die Eier.

Ich habe die Eier bei der *Tethya lyneurium* aus Triest im Mai, Juni und Juli gefunden. Sie kommen in der unteren Partie der Marksubstanz vor. Die vollständig entwickelten Eier waren

1) Dieses Archiv Bd. XVI.

2) Die Gattung *Halisarca*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXVIII. p. 24—27.

längs der Nadelbündel zu finden, wie denn auch die reifen Eier in der Richtung der Nadelbündel ausgeführt werden. Während dieser Wanderung durch die äussere Partie des Markes läuft die Furchung ab.

Von hier aus gelangen die Embryonen in die Rindenschicht, wo sie in der Siebplatte einen längeren Aufenthalt nehmen. Die Eier liegen in den fensterähnlichen Lücken eines Fasergewebes (Fig. 13), welches dem Fasergewebe der Siebplatte in jeder Beziehung ähnlich ist, und sich als Stroma für die Keimproducte vorfindet, ausgekleidet an der dem Ei zugewandten Seite von der schon von F. E. Schulze bekannt gemachten platten polygonalen Zellenlage.

Die lebendigen Eier haben die Fähigkeit ihre Form zu verändern und besonders die jüngsten Stadien der Eier zeigen diese Fähigkeit der Formveränderung in hohem Grade.

Die Eier liegen also in einem aus Fasergewebe bestehenden Stroma, welches massenhaft kleine Sterne und auch hie und da grosse Sterne enthält (Fig. 13).

Die reifen Eier von rundlicher Gestalt messen circa 0,06 mm (Fig. 10). Sie haben einen grossen bläschenförmigen excentrisch gelegenen Kern mit einem grossen stark lichtbrechenden Kernkörperchen. Der Dotter besteht aus stark lichtbrechenden Dotterkörperchen, welche auch in die Furchungszellen übergehen. Der Kern führt ausser dem Kernkörperchen keine stark lichtbrechende Körperchen. Das Kernkörperchen ist noch am stärksten lichtbrechend im ganzen Ei und lässt sich mit Carmin sehr stark färben. Am wenigsten lassen sich die Dotterelemente färben.

Wenn die Eier ihre vollständige Entwicklung erreicht haben, findet man häufig solche mit zwei Kernkörperchen in dem einen Kerne (Fig. 11, 13), gelegentlich auch solche mit zwei schön entwickelte Kernkörperchen haltigen Kernen (Fig. 12, 13).

Embryonen. Was die Grösse der zwischen den Lücken der Nadelbündel befindlichen Embryonen anbelangt, so ist zu bemerken, dass sie von um so beträchtlicherem Umfange sind, je näher sie der Siebplatte liegen, woselbst die reiferen Embryonen längere Zeit ihren Aufenthalt zu nehmen scheinen. Leider konnte ich kein für eine Abbildung der Embryonen passendes Präparat erhalten, und muss mich daher mit der Constatirung ihrer Existenz begnügen.

Es pflanzen sich also die Tethyen sowohl auf geschlechtlichem wie auf ungeschlechtlichem Wege fort.

Nach diesen Untersuchungen ergibt sich, dass der Bau der *Tethya lyncurium* aus Triest im Allgemeinen mit dem Bau der *Chondrosia reniformis* Nardo übereinstimmt und nur gleichsam eine höhere Entwicklung der letzteren darstellt. Diese höhere Entwicklung ist durch den Centralkörper und den dadurch bedingten radiären Bau der Nadelbündel bedingt. Dieser höheren Entwicklung entspricht auch die zusammengesetzte Organisation der Rindenschicht, bestehend aus der Siebplatte und Porenhaut, zwischen welchen die subdermalen Räume liegen. Diese Reservoirs des Wassergefässsystems führen in die trichterförmigen Eingänge des hauptsächlich in der äusseren Region des Markes liegenden Wassergefässsystems.

Es ist vorhanden die äussere Platten-Epithelzellenlage und auch die Kragenzellen in der bekannten Form. Die Bindesubstanzschicht enthält als Harttheile die Nadelbündel, die kleinen Sterne und die für diese Triester *Tethya lyncurium* charakteristischen mit welliggekrümmten Strahlen versehenen grossen Sterne; als Weichtheile: ein hochentwickeltes Fasergewebe, die typischen Zellen und eine spärliche Grundsubstanz.

Die Fortpflanzung geschieht durch Sprossung und auch auf geschlechtlichem Wege.

Die Embryonen scheinen ihre Furchungsstadien zu durchlaufen während sie aus der unteren Region des Markes in die Rindenschicht gelangen, wo sie einen längeren Aufenthalt nehmen. Interessant ist es, dass die Entstehung der Genitalprodukte auf die untere Region des Markes localisirt ist.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XII.

(Alle Abbildungen beziehen sich auf die *Tethya lyncurium* aus Triest.)

- Fig. 1. *Tethya lyncurium* Autorum aus Triest. Man sieht die Nadelbündel zwischen denen die Siebplatte ausgebreitet ist. Natürliche Grösse.
- Fig. 2. Dieselbe halbirt nach der Natur. Man sieht die Siebplatte in der Rindenschicht und darunter die Marksubstanz. Der Centrankörper ist wegen seiner excentrischen Lage ausgefallen.
- Fig. 3. Ck Centrankörper, Gp Entstehungsstelle für Genitalproducte, hier für Eier, Gs Ab- und zuführende Wassergänge mit Geisselkammern, Sp Siebplatte, Ph Porenhaut, R Subdermale Räume. (Carminpräparat zweimal vergrössert. Combinationsbild.)
- Fig. 4. Porenhaut. Ep Epithel, P Poren; diese Porenhaut enthält nur kleine Sterne. (Haematoxylinpräparat. Vergröss. Winkel II/8.)
- Fig. 5. Siebplatte von oben. Natürliche Grösse.
- Fig. 6. Epithelüberzug einer von einem zurückgebliebenen Stücke hervorstwachsenden Sprosse. (Salpeters. Silberoxyd $\frac{1}{2}$ pCt. Winkel II/8.)
- Fig. 7. Pigmentzellen. (Haematoxylin. Winkel II/8.)
- Fig. 8. Eine Geisselkammer. (Haematoxylin Zeiss 2/F. Gezeichnet nach einem Präparate von Prof. F. E. Schulze.)
- Fig. 9. Spermaballen. (Haematoxylin. Winkel II/8. Gezeichnet nach einem Präparate von Prof. F. E. Schulze.)
- Fig. 10. Ein reifes Ei. (Carminpräparat. Winkel II/8.)
- Fig. 11. Ein reifes Ei mit zwei Kernkörperchen. (Carmin. Winkel II/8.)
- Fig. 12. Ein reifes Ei mit zwei Kernen. (Carmin. Winkel II/8.)
- Fig. 13. Ein Stück der Stelle für Genitalproducte. Reife Eier mit 1—2 Kernkörperchen und 1—2 Kernen. Faseriges Stroma. Kleine und grosse Sterne. (Carmin. Winkel II/8.)
-

Ein neues Präparations-Mikroskop.

Von

Dr. Jos. Schöbl in Prag.

Hierzu Tafel XIII.

Das vorliegende Instrument, welches ich mir zu meinen letzten Arbeiten eigens construirte, leistete mir so vorzügliche Dienste, erleichterte mir so wesentlich die schwierigsten Präparationen mit Ersparniss mehr als der halben Zeit, die ich bei Anwendung anderer Instrumente benöthigt hatte, dass ich glaube nicht Unrecht zu thun, wenn ich Beschreibung und Abbildung desselben den geehrten Collegen vorlege.

Das Instrument ruht auf einer massiven möglichst schweren Metallplatte von rechteckiger Gestalt von beiläufig 17 cm Länge und 12 cm Breite. In der Mitte des Hinterrandes dieser Platte erhebt sich eine massive Messingsäule von 12 cm Höhe, welche in ihrer untern Partie in der bei Mikroskopen üblichen Weise einen beweglichen Hohlspiegel trägt. Auf dieser Säule in der Mitte des Hinterrandes eingefügt ruht ein massives Messingtischchen von 22 cm Länge und 12 cm Breite, welches in der Mitte eine Oeffnung von 2 cm für die Beobachtung bei durchfallendem Licht besitzt, unterhalb welcher sich eine Drehscheibe mit verschiedenen Blendungen befindet. An den beiden Seiten des Tischchens sind Messingklammern angebracht zum Festklemmen von Glastafeln oder Korkplatten, welche je nach Bedarf bei der Präparation angewendet werden.

Von der vorderen linken Ecke des Tischchens aus erhebt sich eine starke Messingsäule von 16 cm Höhe, an welcher sich fünf Messingkugeln von $2\frac{1}{2}$ cm Durchmesser beweglich und um ihre Axe drehbar befinden, von denen jede durch eine Stellschraube

rasch in jeder beliebigen Stellung fixirt werden kann. Jede Kugel trägt einen hohlen Messingarm, in welchen ein an seinem unteren Ende federnder Messingstiel, welcher die betreffenden optischen Instrumente trägt, eingeschoben werden kann.

Die unterste Kugel trägt auf diese Weise eine starke aplanatische Loupe von 30maliger Vergrösserung. Die zweite Kugel trägt eine etwas grössere, gleichfalls aplanatische Loupe mit 15maliger Vergrösserung.

Die dritte Kugel trägt jedoch im Arme fest eingefügt ein kleines Dissectionsmikroskop, welches mittelst Trieb genau eingestellt und durch Ausziehen des Tubus eine Vergrösserung bis 150 bei grosser Focaldistanz gestattet.

Die vierte Kugel trägt eine gefasste Glaslinse von $1\frac{1}{2}$ “ Brennweite, welche überdiess zwei Kugelgelenke besitzt und gleichfalls als Beobachtungslinse verwendet werden kann.

Die fünfte Kugel endlich trägt eine grosse gefasste Glaslinse mit 3maliger Vergrösserung.

Bei der Arbeit dreht man den Arm, der das Dissectionsmikroskop trägt, nach links und fixirt so mittelst der Stellschraube, damit er bei der ersten Präparation nicht hinderlich im Wege stehe.

Die übrigen Loupen, ausser derjenigen, mit der man gerade arbeitet, dreht und fixirt man nach vorne zu, wo sie gleichfalls nicht im Mindesten hinderlich sind, und stellt die Loupe, mit der man gerade arbeiten will, und welche vermöge der Kugel und des im Messingarm verschiebbaren Stieles alle nur möglichen Bewegungen ausführen kann, über die Mitte des Tischchens und kann nun, da die Grösse des Tischchens ein bequemes Auflegen der Hände gestattet, mit aller Ruhe und Sicherheit arbeiten.

Will man eine schwächere oder stärkere Loupe anwenden, so ist der Wechsel in einem Momente vollbracht. Die Stellschraube der eben benutzten Loupe wird gelüftet, dieselbe nach vorne verschoben und die gewünschte sofort an ihre Stelle gebracht.

Wollte man ausser den vier vorhandenen Loupen noch andere benutzen, so kann man erstere im Moment aus dem Messingarm entfernen und in denselben andere mit ähnlichen Stielen versehene Loupen einschieben. Will man während der Arbeit den Zustand des Präparates bei stärkerer Vergrösserung controlliren, so wird die Loupe, mit der man gearbeitet hat, nach vorne gedreht und

an ihre Stelle kommt das Dissectionsmikroskop, was gleichfalls nur einen Moment erfordert. Hat man sich so über die feineren Details des Präparates unterrichtet, so kann im nächsten Moment das Mikroskop wieder in seine frühere Lage gebracht und die Arbeit mit Benutzung einer beliebigen Loupe fortgesetzt werden, oder man kann die feinere Präparation unter dem Dissectionsmikroskop selbst vollenden.

Die Grösse des Tischchens gestattet ausser Glasplatten die Anwendung von grösseren Korkplatten, welche von den Klammern festgehalten werden und an denen die zu präparirenden grösseren Objekte mit Kaktus- oder Igelstacheln fixirt und nach Bedarf ausgespannt werden können; ebenso den Gebrauch flacher Glaskästen, deren Boden mit weissem Wachs bedeckt ist, um die Präparation unter Wasser vornehmen zu können.

Die wesentlichsten Vortheile dieses Präparationsmikroskopes sind folgende:

1. Es gestattet die vollkommen bequeme und freie durch nichts behinderte Benutzung des ganzen mit dem freien Hinterrande dem Präparateur zugekehrten Tischchens, da sowohl den Händen als dem Kopfe nichts im Wege steht.

2. Es gestattet einen ungemein schnellen und bequemen Wechsel beliebig vieler und verschiedener Loupenvergrösserungen.

3. Es gestattet eine rasche und bequeme Controlle des Präparates während der Arbeit durch das Mikroskop, ohne das Präparat von der Stelle rühren zu müssen, was eine ungemeine Bequemlichkeit und Zeitersparniss ist.

Ich hege die volle Ueberzeugung, dass Jeder, der viel präparirt und sich ein derartiges Instrument verschafft, sich nicht mehr von demselben trennen wird, wie es auch mein Lieblingsinstrument geworden ist.

Der Verfertiger des Gestelles, Mechaniker Wenzel Grund, Prag, Valentiner-gasse 10, liefert ein solches (ohne die Objective) zum Preise von etwa 40—50 Mark.

Ueber die Theilung der thierischen Zellen.

Von

Professor **Peremeschko** in Kiew.

(F o r t s e t z u n g.)¹⁾

Hierzu Tafel XIV.

Ausser an den Epithelzellen beobachtete ich bei Tritonlarven die Theilung noch einiger anderer Zellenarten.

A. Bindegewebszellen.

Die Schwanzflossen der genannten Larven bestehen ausser Epithel aus sternförmigen Bindegewebszellen, zwischen welchen durchsichtige structurlose Intercellularsubstanz sich befindet. Je jünger das Thier, in desto geringerer Anzahl sind die erwähnten Zellen vorhanden und umgekehrt. Jede Zelle schiebt einige sich verästelnde Fortsätze aus, welche bei mehr erwachsenen Larven ein dichtes Geflecht in der Intercellularsubstanz bilden. Der Körper dieser Zellen besteht meistens aus gleichförmiger (nur selten feinkörniger) etwas glänzender Masse. Der Kern ist bei lebendigen Zellen gewöhnlich unsichtbar; ihre Form ist unregelmässig polygonal; einige von ihnen sind mehr oder weniger pigmentirt; die Zellen äussern, wenn auch schwache, Locomotionen. Am besten überzeugt man sich davon, indem man lange Zeit jeglichen benachbarten Gegenstand im Auge hält: die nächstliegende Zelle bedeckt nach und nach einen oder andern dieser Gegenstände. Die Pigmentzellen können sich auch bewegen; bekannt ist, dass sie in die Blutgefässe eintreten können (Saviotti²⁾). Ich beobachtete auch zweimal Pigmentzellen im Inneren von Blutcapillaren (s. u.).

1) S. d. Archiv Bd. XVI.

2) Centralbl. f. d. medic. Wissensch. 1870. Nr. 10.

Die in Rede stehenden Bindegewebszellen stellen ein sehr treffliches Object zur Beobachtung des Theilungsprocesses dar¹⁾.

Der Theilungsprocess ist im Wesentlichen derselbe, wie bei den Epithelzellen: er besteht nämlich in fadenförmiger Differenzirung des Kernes, in den Formveränderungen desselben u. s. w. (Fig. 1—12). Die sich theilende Zelle vergrössert sich beträchtlich, ihr Körper wird matt, feinkörnig. Was den Anfang der Kerndifferenzirung betrifft, so sah ich auch in diesen Zellen das Auftreten von Körnern, welche sich zu Fädchen verlängern u. s. w. Diejenige Form des Kernes, welche Flemming „die Phase der Axenplatte“ nennt, sieht man auch hier sehr deutlich (Fig. 2); der Kern nimmt dann die Tommenform an (Fig. 3) und theilt sich in zwei, alles wie bei Epithelzellen. Während der Kerntheilung bleibt gewöhnlich der Körper der Zelle unverändert, zuweilen aber führt er, wenn auch sehr langsame, Formveränderungen aus, wobei die Zelle sich bald vergrössert, bald verkleinert. Sehr merkwürdige Erscheinungen gehen an den Zellfortsätzen während der Formveränderungen und der Theilung des Kernes vor sich: zuvor werden sie sehr blass und verschwinden in einigen (übrigens seltenen) Fällen ganz, die Zelle wird rund (Fig. 12) und kann, wenn sie nicht gross ist, mit einem sich theilenden weissen Blutkörperchen verwechselt werden. In anderen Fällen verschwinden nur einige Fortsätze, andere dagegen werden sehr fein und blass (Fig. 5), so dass sie nur bei aufmerksamer Betrachtung bemerkt werden können; die Zelle wird dabei nicht rund, sondern behält ihre polygonale Form.

Diese Fälle sind die häufigsten. In noch anderen (auch seltenen) Fällen bleiben die Fortsätze bezüglich der Dicke und Deutlichkeit unverändert; es treten aber an ihnen zahlreiche kurze Ausläufer auf, so dass der Fortsatz einem Roggenstengel ähnlich wird (Fig. 10). Nach der Theilung des Kernes und der Entfernung beider Theile desselben zu den Polen der Zelle, folgt die Theilung des Zellkörpers. Der Process geht ganz gleich dem der Epithelzellen vor sich; die Zelle theilt sich immer in der Richtung

1) Die Theilung der Bindegewebs- und anderer in der Dicke der Flossen liegender Zellen kann man am besten bei lebendigen Larven beobachten; an Reagentienpräparaten sind sie dagegen weniger gut sichtbar, da die Epithelzellen undurchsichtig werden. Deshalb bezieht sich die Beschreibung des Theilungsprocesses dieser Zellen nur auf die lebendigen Thiere.

des kürzesten Durchmessers. In dem Momente, wo die beiden Hälften der sich theilenden Zelle nur noch durch eine schmale Brücke unter einander verbunden sind, kommen die verschwundenen Fortsätze sehr rasch von Neuem zum Vorschein (Fig. 4, 8), diejenigen, welche sehr fein und blass geworden waren, werden dicker und deutlicher, die kurzen, seitlichen Ausläufer verschwinden.

Das Erscheinen der Fortsätze am Ende der Zelltheilung kann als ein sicheres Merkmal dienen, um die sich theilenden Bindegewebszellen von den sich theilenden weissen Blutkörperchen zu unterscheiden, da bei diesen letzteren keine Fortsätze sich zeigen.

Was die neugebildeten Kerne betrifft, so gelang es mir nicht zu sehen, ob sie auch hier, wie in Epithelzellen ihre Form verändern können. Am Ende der Zelltheilung fließen die den Kern bildenden Fäden mit ihren Polarenden zu einer gleichartigen glänzenden Masse zusammen (Fig. 4, 7) und werden nach vollendeter Theilung der Zelle unsichtbar (Fig. 8). Nicht selten sieht man am Ende der Zelltheilung die von ihrer Oberfläche ausgehenden zahlreichen amöboiden Fortsätze (Fig. 5). Meistens trennen sich die neugebildeten Zellen bald ganz von einander; in anderen Fällen dagegen bleibt sehr lange zwischen ihnen eine schmale Brücke (Fig. 8). Was die Zeit anlangt, so dauert der ganze Process ungefähr eine Stunde, wobei 40 Minuten für die Theilung des Kernes verbraucht werden. Sehr rasche oder sehr langsame Theilung bei Bindegewebszellen habe ich nicht beobachtet; der Process scheint bei diesen Zellen überhaupt regelmässiger als bei Epithelzellen zu verlaufen.

Die pigmentirten Bindegewebszellen können sich ebenfalls theilen, der Kern ist in diesen Zellen mit Pigment ganz verdeckt; die Theilung des Zellkörpers kann man dagegen sehr deutlich beobachten. Der Process ist derselbe, wie bei gewöhnlichen Bindegewebszellen, nur dauert er ungleich länger: die Zelle zieht entweder alle oder einige ihrer Fortsätze ein (Fig. 13, 14), dann bleibt sie während zwei, drei Stunden ganz ruhig, bis die ringförmige Furche, als Zeichen der Theilung, auftritt. Der Theilungsprocess des Zellkörpers geht auch ungemein langsam vor sich; es vergehen ungefähr zwei Stunden bis zur Vollendung desselben. Am Ende der Zelltheilung treten die Fortsätze von Neuem auf (Fig. 15).

B. Weisse Blutkörperchen.

In der structurlosen Intercellularsubstanz der Flossen zwischen

den Bindegewebszellen befinden sich immer in grösserer oder geringerer Anzahl wandernde Zellen. Dass sie weisse Blutkörperchen sind, davon kann man sich leicht durch directe Beobachtung überzeugen. Das Protoplasma dieser Zellen ist zuweilen gleichartig, glänzend, zuweilen feinkörnig, matt, der Kern unsichtbar. Die sich theilende Zelle ist merklich vergrössert, ihr Körper matt, scharf contourirt, von regelmässiger runder Form. Den Anfang der Differenzirung des Kernes und die Knäuelform desselben gelang mir nicht zu beobachten; andere Formen dagegen sind so gut wie in Epithelzellen sichtbar (Fig. 16—25). Die Formveränderungen des differenzirten Kernes kann man sehr deutlich beobachten. Der Theilungsprocess geht ganz gleich dem der Epithel- und Bindegewebszellen vor sich, aber, wie es scheint, viel rascher, da die Theilung des Zellkörpers von 5—8 Minuten, die des Kernes (von der Sternform bis zum Ende des Processes) 20 Minuten dauert.

Die weissen Blutkörperchen können auch im Innern der Blutgefässe sich theilen. Ich beobachtete mehrmals die Theilung derselben wie in neugebildeten noch nicht ganz durchgängigen Capillaren, so auch in denjenigen blinden Gefässfortsätzen, aus welchen sich die Capillaren bilden. Ob sie auch im circulirenden Blute sich theilen können, kann ich nicht sagen. Bei langsamer Blutbewegung sieht man, dass einige derselben aus feinkörniger Masse bestehen, andere dagegen enthalten neben den Körnern kürzere oder längere Fädchen; ganz differenzirte Kerne im circulirenden Blute habe ich aber nicht gesehen.

C. Die Theilung der Endothelzellen in den Wänden der Blutcapillaren.

Der Process ist derselbe wie bei anderen Zellen. Die sich theilende Zelle wird während der Formveränderungen des differenzirten Kernes und nach der Theilung desselben nach innen zu stark convex, wodurch das Lumen des Gefässes so beträchtlich sich verengert, dass die Bewegung der Blutzellen bis zum Ende des Processes unmöglich wird (Fig. 26). Ausser in den ausgewachsenen Capillaren beobachtete ich die Theilung der Kerne in denjenigen Gebilden, welche die Blutcapillaren untereinander bei Triton- und anderen Amphibienlarven verbinden (Fig. 27).

Der Theilungsprocess ist derselbe wie bei anderen Zellen, die völlige Trennung des Gebildes tritt nie ein, immer bleibt zwischen beiden Hälften desselben eine schmale Brücke, so dass die Folge der Theilung nur die Verlängerung des Gebildes ist.

Bei der Beobachtung der Zelltheilung in den Wänden der Blutcapillaren traf ich zweimal im Innern dieser letzteren die pigmentirten Bindegewebszellen. Einmal befand sich die Zelle in einer neugebildeten noch nicht ganz durchgängigen Blutcapillare; vom Blutstrom war sie durch stillstehende Blutkörperchen geschieden, so dass zwischen diesen letzteren und der Zelle ein ziemlich grosser leerer Raum übrig geblieben war. Ein andermal befand sich die Zelle im Inneren der sich bildenden Blutcapillare (Fig. 28). Im ersteren Falle beobachtete ich die Zelle während 10 Stunden, bis das Gefäss durchgängig geworden war. Im zweiten Falle wurde die Zelle 3 Stunden beobachtet, ehe sie vom Blutstrom mit fortgerissen war. Keine besondere Veränderungen habe ich an diesen Zellen bemerkt; merkwürdig waren nur die sehr lebhaften amöboiden Bewegungen, welche diese Zellen während der ganzen Beobachtungszeit ausführten: die Zelle streckte sehr rasch ein oder zwei Fortsätze aus; indem sie mit ihnen auf die Blutkörperchen stiess, zog sie die Fortsätze ein und streckte sie an der anderen Seite aus u. s. w. Nach diesem ziemlich anhaltenden Spiele der Fortsätze nahm die Zelle runde oder ovale Form an und blieb einige Zeit ruhig; dann wiederholte sich von Neuem das Spiel der Fortsätze. Während dieser amöboiden Bewegungen ging sehr rasche Pigmentversetzung vor sich: bald war dieses diffus im Zellkörper vertheilt, bald bildete es einen kleinen Haufen, bald ging es in die Fortsätze über u. s. w.

Ausser der Theilung bei den beschriebenen Zellenarten beobachtete ich einmal die Theilung derjenigen Kerne, welche an feinen blassen Nervenfasern sich befinden und welche der Schwann'schen Scheide zugezählt werden (Fig. 29) und die Theilung der Zellen der quergestreiften Muskelfasern (Fig. 30). Die vollständige Theilung im ersten Falle kommt nicht zu Stande, es bleibt immer eine feine verbindende Brücke, so dass die Nervenfaser dadurch nur sich verlängert.

Die gestreiften Muskeln liegen im Ende des Schwanzes der Tritonlarven ganz oberflächlich unter dem Bilde einzelner kurzer cylindrischer Fasern, in welchen man die Theilung der Muskelzellen beobachten kann. Die ruhenden Kerne sind gewöhnlich sehr

lang, stäbchenartig, der sich theilende dagegen ist etwas kürzer, aber viel dicker, im Ganzen also ziemlich vergrössert. Den Anfang des Processes beobachtete ich nicht; die verschiedenen Formen des differenzirten Kernes habe ich aber mehrmals gesehen. Nach der Entfernung der neugebildeten Kerne zu den Polen der Zelle folgt die Theilung des Zellkörpers, dessen Contour jetzt sehr scharf hervortritt (Fig. 30 a). Die neugebildeten Zellen sind sehr blass und bleiben lange Zeit rund, die Kerne kaum sichtbar, dann werden sie den ruhenden Zellen ähnlich. Die contractile Substanz betheiligte sich bei der Theilung gar nicht; sie bleibt ganz unverändert.

Indem ich nun zu den Arbeiten anderer Forscher übergehe, will ich zuerst bei denjenigen Zellen stehen bleiben, welche von mir Netzzellen genannt werden ¹⁾; sie sind ohne Zweifel die „Schleimzellen“ Leydig's und anderer Autoren. Ich habe sie Netzzellen genannt, weil ihr Körper zuweilen auch kernnetzartig differenzirt ist. Dieser Name schliesst den Namen Schleimzellen nicht aus, wenn sie wirklich absondern können, was die neuesten Untersuchungen nicht zu bestätigen scheinen.

Diese Zellen sind zuerst von Leydig ²⁾ bei einigen Fischen und Amphibien beschrieben. Sie liegen, nach ihm, zwischen den gewöhnlichen rundlichen oder abgeplatteten Oberhautzellen. Die kleinsten übertreffen (bei Knochenfischen) die übrigen Oberhautzellen nur um weniges, die grössten aber sind bedeutende, mit einem zähen körnigen oder auch ganz hellen Fluidum gefüllte Blasen. Das Secret scheint sich durch ein allmähliges Platzen der Zellen zu entleeren.

F. E. Schulze ³⁾ beschreibt sie bei Tritonlarven als grosse bauchige, ja blasenförmige helle Zellen mit Kern und Membran. Der Kern ist von einer geringen Menge der körnigen Masse umgeben, von welcher aus Züge derselben Masse den Zellraum nach ver-

1) Dies. Arch. Bd. XVI, H. 3.

2) Lehrbuch der Histologie.

3) Dies. Arch. Bd. III, H. 2.

schiedenen Richtungen durchziehen. Was ihre Bedeutung betrifft, so stellen sie nach Schulze die jugendlichen Formen derjenigen flaschenförmigen Bildungen dar, welche bei erwachsenen Thieren sich finden und im Zusammenhange mit dem Häutungsprocess stehen.

Ausführlicher als beide obengenannte Autoren beschreibt diese Zellen Langerhans¹⁾. Sie erstrecken sich nach ihm am Schwanze nur auf die mittleren Partien der Seitenflächen; fehlen somit dem flossenartigen Saum desselben und kommen ferner am Rande des Unterkiefers, an den Kiemen und an den Unterschenkeln und Füssen nicht vor. Von den Epithelzellen unterscheiden sie sich durch ihre Grösse: sie sind nämlich um das drei- bis vierfache grösser als die letzteren; ferner durch den grobkörnigen Inhalt, durch eigenthümliche Gestaltung des Kernes, welcher mehrfach gelappt erscheint, endlich durch die Anwesenheit der Membran, welche eine äusserst zierliche netzartige Zeichnung besitzt. Diese Zeichnung rührt von kleinen regelmässigen Verdickungen der Membran her, die auf dem optischen Querschnitt als dunklere Pünktchen erscheinen. Was die Function dieser Zeichnung betrifft: so sagt Langerhans: „dass die Schleimzellen zu keiner Zeit der Larvenperiode die Oberfläche erreichen und somit niemals ihren Inhalt entleeren, nie in secernirende Function treten können.“

Leydig²⁾ behauptet gegen Langerhans, dass die Schleimzellen auch auf Flossen sich befinden können; sie fehlen nur am äussersten Rand der letzteren. „Die Zeichnung, welche an lebendigen Thieren nicht vorhanden, ist durch eine Art regelmässiger Knitterung der Oberfläche nach Einwirkung von Reagentien zu Stande gekommen.“

Flemming³⁾ bestätigt die Angaben von Langerhans über das Geschlossen sein dieser Zellen. Gegen Langerhans behauptet er, dass die peripherische Schichte in diesen Zellen keine Membran sei, sondern eine Protoplasmasschicht. Der Zellkörper besteht nach Flemming ausser der peripherischen Protoplasmasschicht aus Protoplasmalamellen und Strängen, die aussen an der Wandschicht, innen an dem Kern hängen. Der Körper der Zelle schliesst mehrere Vacuolen von verschiedener Grösse ein.

1) Dies. Archiv Bd. IX, H. 4.

2) Dies. Archiv Bd. XII.

3) Dies. Archiv Bd. XVI, H. 2.

Man sieht aus diesen Angaben, dass alle Autoren die in Rede stehenden Zellen für besondere von Epithelzellen verschiedene Gebilde halten. Nach meinen Untersuchungen entwickeln sie sich, wie oben ¹⁾ angeführt, aus den gewöhnlichen Epithelzellen und können sich wahrscheinlich von neuem in diese letztern umwandeln. Sie erscheinen zuerst im oberen Körpertheile (an der oberen und unteren Oberfläche des Kopfes), dann an der Grenze zwischen dem Schwanze und den Flossen und zuletzt an den Flossen.

Einige Male habe ich sie selbst an den dünnsten Randtheilen der unteren Flosse gesehen. Bei sehr jungen Thieren, bei denen die Zellen noch mit Dotterplättchen gefüllt sind, trifft man sie nie; bei solchen von $1\frac{1}{2}$ cm Körperlänge sind sie schon immer am Kopfe, wenn auch in geringer Anzahl, vorhanden. An der Grenze zwischen dem Schwanze und den Flossen findet man bei diesen Thieren ebenfalls einige Zellen. Mit der Grössenzunahme des Thieres nimmt auch ihre Zahl zu, obwohl es keine Seltenheit ist, dass sie bei älteren Thieren in geringerer Anzahl als bei jüngeren vorhanden sind.

Meine Angabe ²⁾, dass die Netzzellen bei eben gefangenen Thieren ganz fehlen können, ist ohne Berücksichtigung des Alters der Thiere gemacht. Es scheint, dass bei Thieren von $1\frac{1}{2}$ cm Körperlänge anfangend, sie immer in grösserer oder geringerer Anzahl vorhanden sind, ungeachtet dessen ob die Thiere eben gefangen sind, oder einige Zeit schon in Gefangenschaft lebten.

Nach Flemming ³⁾ endigen Protoplasmalamellen und Stränge dieser Zellen einerseits in der peripherischen Schichte von Protoplasma, andererseits befestigen sie sich am Kern. Die Kerne äussern, wie gesagt, deutliche Locomotionen, demnach ist es kaum möglich anzunehmen, dass die Fäden am Kerne sich befestigen könnten. Die Kerne zeigen fast immer Fortsätze, welche im Zellkörpernetze sich verlieren; diese Fortsätze färben sich mit Haematoxylin, während die Fäden des Körpernetzes sich gar nicht färben. Die peripherische Schicht der Netzzellen besteht bei Triton- wie bei Salamandralarven aus Protoplasma, welches bei der Zelltheilung sich theiligt. Nach Langerhans unterscheiden

1) l. c.

2) l. c.

3) l. c.

sich diese Zellen von den Epithelien dadurch, dass die Epithelzellen immer grösser sind. Bei Tritonlarven sind die Netzzellen von verschiedener Grösse — grössere und kleinere als gewöhnliche Epithelzellen. Beobachtet man sie in vivo lange Zeit, so überzeugt man sich, dass sie sich vergrössern und verkleinern können, wobei das Körpernetz im ersten Falle weniger, im zweiten dagegen mehr deutlich wird. Was zuletzt die Kerne der Netzzellen betrifft, so sind sie nach Langerhans gelappt. Bei Triton trifft man die verschiedenartigsten Formen der Kerne: gelappte, polygonale, runde etc.; sie wechseln fortwährend ihre Form und führen Locomotionen aus.

Flemming hat bei Salamandralarven gelappte Kerne beschrieben. Auch ich sah solche Kerne bei Tritonlarven, hielt sie aber für Artefacte, da mir früher solche Kerne in vivo zur Ansicht nicht gekommen waren. Man trifft sie öfter bei solchen Larven, bei welchen die Zellen noch Dotterplättchen enthalten. Bei einigen Individuen liegen neben den Zellen mit gewöhnlichen auch solche mit gelappten Kernen; bei anderen dagegen sind alle Kerne gelappt. Die gelappten Kerne haben bei Tritonlarven nur selten einen Einschnitt, gewöhnlich zwei, drei tiefere und einige oberflächliche. Die gelappten Kerne sind meistens compact (ohne Gerüst); Flemming¹⁾ zeichnet sie auch ohne Gerüst. Lebendige gelappte Kerne habe ich in grossen Segmentationskugeln von Hechteiern gesehen.

Vor Kurzem ist mir die Inauguraldissertation von Dr. Pfitzner²⁾, in welcher er ziemlich ausführlich die Leydig'schen Schleimzellen beschreibt, bekannt geworden. Was ihre Herkunft von gewöhnlichen Epithelzellen und ihre Umwandlung in diese letztern, ihren Bau und ihre Verbreitung betrifft, so stimmen die Resultate seiner Untersuchungen bei Salamandern mit den meinigen bei Tritonlarven überein; nur konnte ich mich nicht von der Existenz der Zellmembran überzeugen. Pfitzner unterscheidet drei Perioden im Leben dieser Zellen:

- 1) des Entstehens,
- 2) des ausgebildeten Zustandes,
- 3) der regressiven Metamorphose.

Auf Grund meiner bisherigen Beobachtungen über diese Zellen kann ich dies weder behaupten, noch verneinen, obwohl einige

1) l. c. Taf. XV, Fig. 10.

2) Die Leydig'sche Schleimzellen etc. 1879.

Ergebnisse ¹⁾ gegen Pfitzner zu sprechen scheinen. Uebrigens sind meine Untersuchungen über die fraglichen Zellen noch nicht zu Ende gebracht.

Vor Kurzem beobachtete ich bei einer Tritonlarve von $1\frac{1}{2}$ cm Körperlänge die sternförmigen, in der gallertigen Substanz der Flossen liegenden Bindegewebszellen, deren Körper in ein zierliches Netz aufgelöst war. Mehr oder weniger starke Vacuolisirung des Körpers dieser Zellen beobachtet man sehr häufig, aber ein solches Netz, wie Fig. 31 darstellt, habe ich nur einmal gesehen. Einige Bindegewebszellen bei dieser Larve enthielten wenige, andere mehrere Vacuolen und noch andere waren netzartig metamorphosirt. Die Kerne dieser letzteren stellten sich unter dem Bilde entweder gleichförmiger schwach glänzender Klümpchen dar, oder waren etwas granulirt. Die Kerne veränderten fortwährend ihre Form und äusserten, wenn gleich schwache, Locomotionen. Ob der Kern dieser bindegewebigen Netzzellen sich auch in ein Netz auflösen kann, ob die Zellen sich theilen, sich in gewöhnliche umwandeln können etc., habe ich noch nicht ermittelt.

Was nun die Theilung der Zellen betrifft, so ist, nach Eberth ²⁾, der differenzirte Kern immer von einem hellen Hof umgeben. An lebendigen Tritonlarven habe ich diesen Hof niemals, an todtten nur sehr selten gesehen. Bei anderen Amphibienlarven (*Rana*, *Bufo*) begegnet man dergleichen Zellen viel öfter, aber auch nur an todtten Objecten; diese hellen Höfe fehlen ferner nie, wenn die Zellen in Jodserum oder in schwacher Chromsäurelösung abgestorben sind ³⁾; desshalb halte ich sie für Kunstproducte. Ich kann ferner Eberth nicht beipflichten, wenn er behauptet, dass auch ein sternförmiger Kern sich theilen kann. So viel ich gesehen habe, beginnt die Theilung in demjenigen Stadium, welches in Fig. 2, 23 abgebildet ist und mit tonnen- oder spindelförmigem Kerne endigt (Fig. 3, 21). Der sternförmige Kern verändert sich nicht selten auf die Weise, dass einige Strahlen desselben eingezogen werden (systolische Form des Kerns, Flemming). Solche Bilder können zur Voraussetzung führen, dass der sternförmige Kern im Theilungsprocess begriffen ist. Die Bildung der Kern-

1) l. c.

2) Virchow's Arch. Bd. 67, H. 4.

3) Siehe bei mir l. c. Fig. 58, 59, 60.

und Zellplatte habe ich bei Tritonlarven nie beobachtet. Die neugebildeten Kerne bleiben zuweilen lange mit einem oder zwei dieser Fäden untereinander verbunden, solche Fälle sind aber sehr selten und ich rechne sie zu Anomalien der Theilung.

Die Theilung des Zellkörpers geschieht, nach Eberth, entweder durch den Abschnürungsprocess, oder durch die Bildung der Scheidewand. Ich beobachtete nur den ersten Process; die Bildung der Scheidewand, wenn sie überhaupt existirt, soll sehr selten auftreten.

Mayzel ¹⁾ untersuchte die Theilung der verschiedenartigsten Zellen bei verschiedenen Repräsentanten aller Wirbelhierklassen, theilweise auch bei Wirbellosen, nicht nur in normalen, sondern auch in pathologischen Fällen. Die von ihm an todtten Objecten beschriebenen Bilder der Zelltheilung bestätigen sich durch die Beobachtungen an lebendigen. Mayzel selbst beobachtete bei lebendigen Tritonlarven nur zweimal den Theilungsprocess des Körpers der Epithelzellen, da der Kern in beiden Fällen schon getheilt war. Beide Hälften desselben stellten sich unter dem Bilde von Körben dar; die die Körbe bildenden aus schwach glänzender Substanz bestehenden Stäbchen verkürzten sich merklich während der Beobachtung und waren zuletzt zu einem unregelmässigen höckerigen Klümpchen zusammengefloßen. Dieses letztere veränderte merklich seine Form und dann wandelte es sich in gleichförmige rundliche Körper um (resp. Kern), welche nach vollendeter Zelltheilung aus den Augen verschwanden. Dieser Beschreibung kann ich ganz beistimmen: ich beobachtete diesen Process mehrere Male in verschiedenen Zellenarten, er ist überall derselbe. Den hellen Hof hält Mayzel auch für ein Kunstproduct. Auch bezüglich der Kernplatte stimmen seine Untersuchungen mit den meinigen überein: bei Triton hat er sie vermisst.

Schleicher ²⁾ beschreibt folgender Weise den Anfang der

1) Gazeta lekarska Nr. 27, 1876. — Item Nr. 26, 1877. — Protokoll der Sect.-Sitz. der V. Versammlung russ. Naturforscher in Warschau, 1876. — Pamétnik Towaz. lekarsk. 1878, 3. Lief. — Ueber die Theilung der Kerne. Arbeiten aus den Laboratorien der med. Facultät in Warschau. — Ueber eigenthümliche Vorgänge etc. Centralbl. f. d. mediz. Wiss. 1875, Nr. 50.

2) Dies. Arch. Bd. XVI, H. 2.

Kerndifferenzirung in Knorpelzellen: „es erscheinen in ihm in unregelmässiger Vertheilung Stäbchen und Körner; dann zerstückelt sich die Membran des Kernes und die Stücke desselben werden zum Bau der karyokinetischen Figur benutzt. Der so zur Karyokinesis sich anschickende Kern besteht demnach aus den schon vorhandenen dichten Kernbestandtheilen (Körner, Stäbchen, wo vorhanden, und Nucleus), aus neuen Sonderungsproducten und endlich aus der zerstückelten aber sonst unveränderten Membran.“ Auf diese Weise beginnt der Theilungsprocess auch bei Tritonlarven mit dem Unterschiede, dass die Zelle und der Kern sich dabei merklich vergrössern; ausserdem habe ich die Zerstückelung der Membran nie beobachten können. Der differenzirte Kern äussert nach Schleicher die Formveränderungen und amöboide Bewegungen; die letzteren sind meistens unregelmässig: „die Masse liegt einmal central, dann wieder excentrisch, bald hie, bald dort im Protoplasma dieser oder jener Zellenwand angelehnt. In anderen Fällen bewegte sich unser Körper mit ziemlicher Regelmässigkeit von einem Pol der Zelle zum anderen. Bei diesen Bewegungen ändert der Kern fortwährend seine Form; diese Aenderungen bieten aber keine Regelmässigkeit und keine Folge dar.“ Schleicher verwirft deshalb die Phasen der Kerntheilung von Flemming.

Bei Tritonlarven füllt der differenzirte Kern in gewöhnlichen Epithelzellen meistens fast den ganzen Raum des Zellkörpers, so dass die Locomotionen unmöglich werden, in Netzzellen dagegen kann man sie ganz deutlich wie in ruhenden, so auch in sich theilenden Zellen beobachten: die Locomotionen sind sehr schwach und ganz unregelmässig. Schleicher beschreibt ferner im Körper der Zellen Fäden und Körner, welche active Bewegungen ausführen können; die Fäden können, nach ihm, in kleine Partikelchen zerfallen: „es liegen uns, sagt er, einige Beobachtungsfälle vor, in welchen wir das Aufnehmen von Fäden und Kernen in die karyokinetische Masse hinein auf das Deutlichste verfolgt haben, wo wir selbst zuweilen ihre directe Verschmelzung mit den Bestandtheilen des letzteren belauschten.“ Bei Tritonlarven habe ich nichts F ähnliches gesehen. Der Kern theilt sich, nach Schleicher, in Tonnen- oder Spindelform. Der Process verläuft zuweilen so rasch, dass es unmöglich ist ihn zu verfolgen. Die Theilung der den Kern bildenden Fäden ist zuweilen nicht vollständig:

zwischen den beiden Hälften des getheilten Kernes bleiben nämlich die grösstentheils mittelst der Reagentien sichtbaren Fädchen übrig. Bei Tritonlarven geht der Theilungsprocess nie so rasch, dass er nicht beobachtet werden könnte. Die Theilung der Fäden ist, einige (anomale) Fälle ausgenommen, eine volle. Nach der Theilung der Kerne fliessen, nach Schleicher, die die beiden Hälften desselben bildenden Fäden zu zwei unregelmässig-körnigen Klümpchen (neuen Kernen) zusammen; dieser Zustand des neugebildeten Kernes dauert aber nur einige Minuten; bald bilden sich neue Vorgänge aus: „die Masse zerfällt abermals in ähnliche Bestandtheile, wie uns die Karyokinesis kennen lernte und bietet nun auch wieder verschiedenartige unregelmässige Gestaltungen mit sichtbaren amöboiden Bewegungen; es entstehen und verschwinden wieder karyokinetische Figuren, dann bildet sich die Kernmembran. Bei Tritonlarven stellen die neugebildeten Kerne auch unregelmässig glänzende, durch das Zusammenfliessen der Fäden gebildete Klümpchen dar. In gewöhnlichen Epithelzellen werden meistens diese Klümpchen bald unsichtbar; in Netzzellen dagegen bleiben sie zuweilen lange Zeit compact, dann erscheinen in ihnen Körner und Fädchen: sie unterscheiden sich in nichts von den ruhenden Kernen. Die Differenzirung des neugebildeten Kernes, wie Schleicher angibt, habe ich niemals beobachtet ¹⁾.

Nach Flemming ²⁾ besteht die erste Metamorphose des Kernes in verschiedenartigen Zellen von Salamandralarven darin, dass seine sämmtliche tingirbare Substanz allmählich in das Kerngerüst einbezogen wird, welches dadurch wächst, sich zunächst verfeinert und unter Schlingelung seiner Bälkchen sich gleichmässig durch den Kernraum ausdehnt; also eine so völlige morphologische Umwandlung erleidet, dass man es mit dem Gerüst des Ruhezustandes nicht mehr vergleichen kann. Nach dem, was ich beobachtet habe, kann ich Flemming nicht beistimmen, wenigstens bei Tritonlarven geschieht es anders, wie oben ³⁾ angeführt ist.

1) Noch in einem Punkte kann ich Schleicher nicht beistimmen. Pag. 269 l. c. heisst es bei ihm: „Nach uns gelang es Flemming und Peremeschko die Zelltheilung in vivo zu beobachten . . .“ Richtig sollte es so lauten: „gleichzeitig mit uns beobachteten etc. . . .“ Siehe meine Mittheil. im Centralbl. f. d. med. Wiss. 1878, Nr. 30.

2) Dies. Arch. Bd. XVI, H. 2.

3) l. c.

In gewöhnlichen Epithelzellen scheint wirklich die erste, d. h. die aus verlängerten Stäbchen und Körnern herausgebildete Form des Kernes, immer die des mehr oder weniger regelmässigen Knäuels zu sein; in Netzzellen dagegen nähert sich die früheste Form mehr der Form eines Sternes.

Flemming unterscheidet bei der Theilung des Kernes acht Phasen. In den zwei ersten Phasen stellt sich der Kern in Knäuelform dar; in der ersten Phase sind die Fäden fein, eng gewunden; in der zweiten ist der Knäuel lockerer, die ihn zusammensetzenden Fäden dicker und ihre Verlaufsrichtung geändert. Ich konnte an meinem Object diese zwei Phasen nicht unterscheiden, da die den Knäuel zusammensetzenden Fäden sich stets verändern: sie werden bald dicker, bald feiner, bald mehr, bald weniger gewunden, bald enger, bald locker verflochten. Zuweilen sieht man statt Fäden bloss Körner und kleine Stäbchen, was wahrscheinlich von mehrfachen Biegungen eines und desselben Fadens abhängt; das Zerfallen der Fäden in Stäbchen und Körner, wie die Fixirung solcher Bilder mit Alkohol zeigt, geschieht nicht, welche Behauptung mir Flemming unrichtig zuschiebt (l. c. p. 371). Zuweilen werden die Fäden bei diesem Spiele so blass, dass das Bild ganz aus den Augen verschwindet, bald aber erscheint es von Neuem. Der Knäuel selbst bleibt bei diesen Veränderungen der Fäden nicht unverändert; er kann sich verkleinern und vergrössern, wird bald rund, bald verlängert, bald nimmt er eine unregelmässige Form an. An Reagentienpräparaten verschiedenartiger Amphibienlarven (Triton, Bufo, Rana, Bombinator) besteht der Knäuel bald aus feineren, bald aus dickeren Fäden; man trifft aber zahlreiche Uebergänge von feinen zu dicken Fäden. Die feinen Fäden sind nicht selten sehr kurz und bogenförmig gekrümmt: sie sind augenscheinlich eben verlängerte Körner. Wie die feineren, so sind auch die dickeren Fäden an diesen Präparaten bald enger, bald locker verflochten; bei engerer Verflechtung ist es unmöglich zu entscheiden, ob nur die Fäden oder auch die interstitielle Substanz gefärbt ist. Auch die Verlaufsrichtung der dicken und feinen Fäden kann eine verschiedene sein. In der zweiten Phase bildet sich, nach Flemming, um den Kern herum „eine helle Zone“. Ich füge zu dem oben über diese Zone Gesagten noch folgendes hinzu: schneidet man den Schwanz bei Bufo-, Rana-, Bombinator-, Hylalarven ab, behandelt man ihn während 15 Minuten mit Alkohol und färbt stark mit Hämatoxylin, so findet man in beiden Epithelschichten grosse

Mengen der sich theilenden Zellen, so dass man alle Stadien der Theilung übersehen kann; in einigen Zellen sind die sich theilenden Kerne in jedem Stadium der Theilung mit schönen hellen Höfen umgeben, welche nicht selten fast den ganzen Körper der Zelle einnehmen, in anderen Zellen dagegen findet man keine hellen Höfe. Dies spricht auch zu Gunsten der Meinung, dass diese Höfe ein Kunstproduct seien.

Die dritte Phase von Flemming ist die Sternform des Mutterkernes, welche dadurch entsteht, dass die Fäden des Gewindes unter zunehmender Verdickung in Abschnitte zerfallen; der Stern verändert mannigfaltig und anhaltend seine Form. Beobachtet man bei Tritonlarven diese Veränderungen, so ist es schwer Flemming beizupflichten, dass die verschiedenen Formen des Kernes mit solcher Regelmässigkeit einander folgten, wie er es beschreibt: Kranzform, Stern, feinstrahliger Stern, systolische und diastolische Formen des Kernes. Wie im knäueförmigen, so auch im sternförmigen Kerne verändern beständig die Fäden ihre Länge, ihre Verlaufsrichtung, ihre Dicke u. s. w.; der Stern kann dabei grösser und kleiner werden; in Folge der Verlängerung und Verkürzung der Strahlen durch Zusammenfliessen der centralen Enden der Fäden kann sich die Kranzform des Kernes ausbilden; sehr oft, wenn auch nicht immer, bildet sich eine systolische Form des Kernes; durch starke Krümmungen aller Fäden, wobei ihre Gruppierung im Centrum sich verliert, wird der Stern einem Knäuel sehr ähnlich; der Stern kann sich ferner sehr verlängern u. s. w. Man sieht nicht selten auch im sternförmigen Kerne, dass an der Stelle der Fäden Körner und kurze Stäbchen auftreten (besonders vor dem Uebergang in die vierte Phase von Flemming), dann erscheinen von neuem die Fäden; das Bild wird nicht selten auch hier ungemein blass, kaum sichtbar. Was die Spaltung der Strahlen betrifft (Flemming), so habe ich an lebendigen Objecten nichts ähnliches beobachtet, an todten sehe ich hie und da die verästigten, zuweilen auch sehr feine knapp nebeneinander liegenden Strahlen. Ob das aber von der Theilung der Strahlen abhängt, lässt sich nicht entscheiden. Die Beobachtungen an lebendigen Thieren bestätigen sich an mit verschiedenen Reagentien und verschiedenen Färbemitteln behandelten Präparaten: man sieht nämlich feinstrahlige, dickstrahlige Sterne, kranzförmige Figuren u. s. w.

Die vierte Phase von Flemming ist die Aequatorial- oder Mittel-

platte. Diese Phase kann man auch bei Triton beobachten. (Siehe bei mir im vorigen Aufsätze Fig. 63, 35, 36, in diesem Fig. 2, 23. In Fig. 35, 36 stellt der mittlere Theil der Figur die Kernspindel der Autoren, d. h. diejenige Fäden, welche die Pole der Figur untereinander noch verbinden, dar.) In dieser Form bleibt der Kern nur sehr kurze Zeit, dann nimmt er die Tonnenform an (Fig. 3) und theilt sich, wie es oben ¹⁾ angeführt ist. Diese Phase fehlt nie; kein Kern kann sich in einer anderen Form theilen. Es lässt sich aber nicht entscheiden, welcher Process dabei vorkommt. Auch Flemming entscheidet es bei Salamandralarven nicht.

Die fünfte Phase — Auseinanderrücken der beiden Hälften des mütterlichen Kernes — kann man auch bei Triton sehr deutlich beobachten.

Die drei letzten Phasen von Flemming beziehen sich auf den neugebildeten Kern: „die Tochterkerne, sagt er, haben zuerst eine flachgedrückte Sternform, die in die eines Sternes oder Kranzes mit gewundenen Fäden übergeht, welche in peripheren und centralen Schlingen in einander übergehen, hieraus entsteht ein Windungsknäuel und hieraus ein Gerüst mit Zwischensubstanz. Dies ist im Ganzen, abgesehen von den doppelstrahligen Sternen, die umgekehrte Formreihe, die der Mutterkern durchmachte.“ Bei Triton verwandeln sich die neugebildeten Kerne, wie oben angegeben, dadurch, dass zuerst ihre Polarenden zusammenfließen in einige compacte etwas glänzende Klümpchen, welche bald dadurch, dass an ihrer Polarfläche eine Vertiefung sich bildet, Nierenform annehmen. An der Aequatorialfläche dieses compacten Kernes bleiben gewöhnlich zwei bis drei mehr feinerer oder dickerer kurzer, nicht zusammengeflossener Fäden übrig. Nach der Theilung des Zellkörpers werden die neugebildeten Kerne (in gewöhnlichen Epithelzellen) meistens unsichtbar; wenn sie aber einige Zeit sichtbar bleiben, so erscheinen bald in ihnen die Fäden, so dass der compacte Zustand des Kernes nur sehr kurze Zeit dauert. An Reagentienpräparaten stellen sich die neugebildeten Kerne unter dem Bilde der Knäuel dar, welche aus dickeren oder feineren enger oder locker verflochtenen Fäden bestehen. Bei den anderen oben genannten Amphibienlarven sieht man an den gut mit Hämotoxylin gefärbten Präparaten compacte neugebildete Kerne ziemlich oft.

An meinem Object ist es mir folglich nicht gelungen, alle

1) l. c.

Phasen der Kerntheilung zu beobachten, welche Flemming bei Salamandralarven beschrieben hat; diese Larven stellen wahrscheinlich ein viel günstigeres Object für diese Beobachtungen dar. So viel ich bei Tritonlarven gesehen habe, zerfällt der ganze Process der Zelltheilung in zwei Stadien: das erste Stadium beginnt mit dem Anfang der Differenzirung des Kernes und dauert bis zum Anfang der Theilung des letzteren (die Phase der Axenplatte, Flemming); es kann das Stadium der Kernveränderungen genannt werden. Ob diese Veränderungen mit sehr complicirten und anhaltenden amöboiden Bewegungen verglichen werden können, oder ob sich hier ein ganz besonderer Process abspielt, muss den künftigen Beobachtungen überlassen werden. Das zweite Stadium beginnt mit dem Anfang der Kerntheilung und endigt mit dem Ende des ganzen Processes; es kann das Stadium der Kern- resp. Zelltheilung genannt werden. An Reagentienpräparaten unterscheidet man auch diese zwei Stadien: man findet nämlich entweder die verschiedenartigsten Formen des mütterlichen Kernes (stern-, kranz-, und knäueiförmige Kern etc.), oder in Theilung begriffene mütterliche Kerne (die Phase der Axenplatte, der spindelförmige Kern); ferner die Tochter- noch in einer Zelle liegenden Kerne und endlich zwei neue Zellen.

Was nun die anderen Zellenarten betrifft, so kann ich bezüglich des Theilungsprocesses der weissen Blutkörperchen Flemming nicht beipflichten. Ich habe hier dieselben Bilder gesehen, wie bei der Theilung der anderen Zellenarten; ungemein deutlich sieht man hier die eben neugebildeten Kerne (Körbe), wenn sie sich schon etwas von einander entfernt haben und die Theilung des Zellkörpers beginnt. Die Verwechslung mit anderen, z. B. Bindegewebszellen, konnte nicht stattfinden; als gute diagnostische Mittel dienen, wie oben erwähnt, das Erscheinen oder Nichterscheinen der Fortsätze am Ende der Zelltheilung und die Zeit, in welcher der ganze Process verläuft; ausserdem beobachtete ich die Theilung der weissen Blutkörperchen im Innern der Blutgefässe.

Die Untersuchungen von Bütschli¹⁾ sind vermitteltst der 1% Essigsäure angestellt, und die Bilder, welche er zeichnet, hängen vielleicht theilweise von diesem Reagens ab.

1) Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge etc. 1876.

Zum Schluss will ich noch über kriechende Zellen (?) in der Epithelbedeckung von Tritonlarven ein paar Worte hinzufügen. Diese Gebilde erwähnt Flemming¹⁾; er hält sie für weisse Blutkörperchen. Die Gebilde befinden sich zwischen den Epithelzellen der oberen Schicht, zuweilen zwischen beiden Schichten. Sie bestehen aus sehr feinkörniger Masse, in welcher einige Stäbchen oder Fädchen von mehr glänzender gleichförmiger Substanz sich befinden (Fig. 31 a); die Gebilde sind ziemlich scharf contourirt. Entweder liegen sie ruhig (in diesem Falle sind sie ganz rund oder etwas verlängert) oder kriechen (in diesem Zustand sind sie immer verlängert (Fig. 32 a) zuweilen sehr lang und dünn. Zuweilen kriechen sie sehr langsam, zuweilen aber so rasch, dass man sie für kleine Würmchen halten kann. Die Intercellularräume, in welchen sie kriechen, erweitern sich vor ihnen und bleiben hinter ihnen ziemlich lange, wie breite helle Streifen sichtbar. Die Bewegung geschieht durch Vorwärtsschiebung der ganzen Körpermasse ohne Herausziehen der feinen Fortsätze; dabei verändern die Gebilde mannigfaltig ihre Gestalt: sie werden kürzer, länger, beugen sich, zuweilen theilt sich ein Ende des Gebildes in zwei u. s. w. Alle diese Formveränderungen sind dahin gerichtet, um die Körperchen zwischen den Epithelzellen durchschlüpfen zu lassen. Sie können sich theilen (Fig. 32 b); sie beruhigen sich und nehmen eine ganz regelmässige runde Form an. Der Process verläuft ganz ähnlich dem der anderen Zellen und dauert, wie es scheint, so lange wie in Bindegewebszellen. Nach der Theilung bleiben entweder die Neugebilde wie kleine runde Kügelchen nebeneinander liegen (Fig. 32 c) oder sie verlängern sich sogleich (Fig. 32 d) und kriechen nach verschiedenen Richtungen weiter. Ihr Körper bleibt dabei einige Zeit gleichartig, schwach glänzend; dann treten in ihm Stäbchen und Fädchen auf. Was ihre Menge betrifft, so sind sie bei einigen Individuen in sehr grosser Anzahl vorhanden (in jedem Gesichtsfelde trifft man 2, 3) bei anderen dagegen ist ihre Menge nicht gross. Das Wesen und die Bedeutung dieser Gebilde sind mir bis jetzt unbekannt geblieben.

1) l. c.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XIV.

(Alle Zellen sind nur nach lebendigen Präparaten — von curarisirten Thieren — gezeichnet; Hartn. Ocul. 3, Obj. 7 oder 8.)

- Fig. 1, 2, 3 stellen eine und dieselbe sternförmige Bindegewebszelle in verschiedenen Momenten der Theilung vor.
- Fig. 4. Zwei neugebildete noch durch eine enge kurze Brücke miteinander verbundene Bindegewebszellen.
- Fig. 5. Eine Bindegewebszelle im Anfange der Theilung des Zellkörpers; die Fortsätze sind sehr fein und blass geworden.
- Fig. 6. Eine Bindegewebszelle nach der Kerntheilung; die Fortsätze sind schon ziemlich fein und blass.
- Fig. 7. Eine Bindegewebszelle am Ende der Theilung des Körpers; die Fortsätze sind ungemein fein und blass.
- Fig. 8. Zwei neugebildete noch durch eine ziemlich lange Brücke mit einander verbundene Bindegewebszellen.
- Fig. 9. Eine sich theilende Bindegewebszelle, an deren Oberfläche zahlreiche amöboide Fortsätze sichtbar sind.
- Fig. 10. Eine sich theilende Bindegewebszelle, an deren Fortsätzen neugebildete amöboide Ausläufer sichtbar sind.
- Fig. 11. Eine sich theilende Bindegewebszelle mit feinen und blassen Fortsätzen.
- Fig. 12. Eine sich theilende Bindegewebszelle, deren Fortsätze ganz eingezogen sind.
- Fig. 13, 14, 15. Eine sich theilende pigmentirte Bindegewebszelle.
- Fig. 16—22. Die sich theilenden weissen Blutkörperchen.
- Fig. 23, 24, 25. Ein und dasselbe sich theilendes weisses Blutkörperchen.
- Fig. 26. Die Theilung einer Endothelzelle in der Wand einer Blutcapillare.
- Fig. 27. Die Theilung eines Gebildes, welches zwei Capillargefäße untereinander verbindet.
- Fig. 28. Eine pigmentirte, im Innern einer sich bildenden Blutcapillare befindliche Bindegewebszelle.
- Fig. 29. Die Theilung eines Kernes der Schwann'schen Scheide.
- Fig. 30. Die Theilung einer Zelle einer quergestreiften Muskelfaser.
- Fig. 31. Eine sternförmige Bindegewebszelle, deren Körper und Fortsätze netzartig differenzirt sind.
- Fig. 32. a Ein kriechendes Gebilde; b die Theilung desselben; c, d nach der Theilung.

Ueber den Bau der „Fettflosse“.

Von

v. la Valette St. George.

Hierzu Tafel XV.

Viele Siluroiden, die meisten Characinen, die Scopelinen, sowie alle Salmoniden tragen zwischen Rücken- und Schwanzflosse einen eigenthümlichen lappenartigen Anhang, welcher den althergebrachten Namen der Fettflosse — *pinna adiposa* — führt und einen nicht unwesentlichen Factor zur Bestimmung der Gattungen und Arten bildet.

Wenn die Fettflosse in den zoologischen Handbüchern als „strahlenlos“ bezeichnet wird, so ist dies dahin zu verstehen, dass ihr die Knochenstrahlen, welche die echten Flossen charakterisiren, fehlen, die geringere oder grössere Resistenz dieses Organes dagegen durch ein Stützgewebe bedingt wird, welches Strahlen eigener Art enthält, die jedoch eine solche Entwicklung erreichen können, dass ihre Unterscheidung von anderen Flossenstrahlen eine sehr genaue Untersuchung erfordert.

Als Beispiel dafür mag die Controverse berühmter Ichthyologen in Betreff der systematischen Stellung von *Paralepis* dienen. Während Risso ¹⁾ die zweite Rückenflosse dieser Gattung als Fettflosse ansah und demgemäss ihre Besitzer den Salmoniden zuzählte, fanden Cuvier und Valenciennes, dass sie Strahlen besässe, welche mit Hülfe der Loupe unschwer zu zählen seien.

Reinhardt ²⁾ brachte Flosse und Fisch wieder an ihre rich-

1) Histoire naturelles des poissons 1829, T. III p. 356 Pl. 67.

2) Oversigt over det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Forhandling fra 31. Mai 1830 til 31. Mai 1831 S. 21. Isis 1848 S. 125.

tige Stelle und bemerkte, dass die Haut der hinteren Rückenflosse geneigt wäre, sich in feine Fasern aufzulösen, welches auch der Fall bei der Fettflosse einiger Lachse sei.

Johannes Müller¹⁾ trat der Auffassung Reinhardt's bei, indem er hinzufügte: „Solche Art von Strahlen, wie diese sind, besitzen nach meiner Beobachtung alle Fettflossen; es sind äusserst zahlreiche feine Fäden, welche nicht articulirt sind und das Charakteristische haben, dass sie aus vielen verklebten Fasern bestehen, wie man mittelst des Mikroskops wahr nimmt.“

Dieselbe eigenthümliche Gewebsform findet weitere ausgiebige Vertretung als Grundlage der Flossenhaut bei den Rochen und Haien. R. Owen²⁾ gedenkt ihrer als „fine horny rays or filaments“ und hält sie für homolog den Klauen und Nägeln der höheren Wirbelthiere.

Für die Selachier beschreibt sie Leydig³⁾ als „helle, steife Fäden, die, zwischen die Haut eingeschoben, in dichter Reihe neben einander liegen, oft ein wie gegliedertes (*Raya batis*) Aussehen haben und spitz oder auch zerfasert auslaufen. Kalilösung verändere sie nicht, sondern mache sie höchstens etwas blasser.

Stannius sagt⁴⁾: „Die Grundlagen der Fettflossen bilden zu Fäden eng verbundene Fasern“.

An anderem Orte bemerkt Leydig⁵⁾: „Zu den eigentlichen Skelettheilen der Fische zählen auch jene „Hornfäden“ oder gelben Faserstreifen, welche in der Haut der Flossen in so grosser Menge eingeschoben sind (besonders entwickelt bei den Selachiern), um die Flosse steif zu machen. Die Fettflosse der Salmonen z. B. wird lediglich durch solche Hornfäden gestützt.“ Ihrer vermeintlichen Unveränderlichkeit auf Kalizusatz wegen hält sie Leydig für chitinigte homogene Bindesubstanz.

Dagegen fand Bruch⁶⁾, dass Kali caust. sie bei längerer Einwirkung spurlos löse, in Acid. mur. und sulph. sollen sie

1) Ueber den Bau und die Grenzen der Ganoiden etc. 1846 S. 69.

2) Lectures on the comparative anatomy and physiology 1846 S. 123.

3) Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Rochen und Haie. 1852.

4) Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere. II. Aufl. 1854 S. 99.

5) Lehrbuch der Histologie. 1857, S. 162.

6) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XI, 1862 S. 168.

weich werden und nach Behandlung mit Essigsäure aufquellen, durchsichtig werden und Einschnürungen erhalten. Sie würden sich darnach erweisen „als eine höchst merkwürdige Art geformten Bindegewebes und entsprechen den Flossenstrahlen der Knochenfische, welche zwar knöchern, aber nie knorpelig auftreten“.

Recht ausführlich und mit eingehender Kritik behandelt Gegenbaur¹⁾ den in Rede stehenden Gegenstand. Nach einer präzisen Darstellung des Baues der „Hornfäden“, welche jedoch bei den Rochen gänzlich fehlen oder nur spurweise vorkommen sollen, widerspricht er der Auffassung Owens und ihrer Begründung, findet sie mit Bruch empfindlicher gegen Säuren und Alkalien, als Leydig von ihnen angibt, bestreitet ihre directe Verwandtschaft mit den knöchernen Rädien, als deren Vorläufer sie jedoch betrachtet werden können, und rechnet sie zu den Cuticularbildungen, die nur der Intercellularsubstanz des Bindegewebes vergleichbar seien. Auch untersuchte er sie bei *Salmo* und *Pimelodus* und schliesst mit der Bemerkung: „Das Vorkommen solcher Fäden bei Teleostieren weist auf Zustände hin, die mit Selachiern verwandt sind und ist um so wichtiger, als die Fettflosse gerade in der Abtheilung der Physostomi sich findet, die auch durch die übrige Organisation am wenigsten weit von einem den Knochenfischen gemeinsamen Ausgangspunkte sich entfernt haben.“

Auch Kner²⁾ widmet der Fettflosse besondere Beachtung. Sie besteht nach ihm aus der eigenen Flossenhaut und der sie beiderseits überziehenden Körperhaut. Erstere lässt in den zarten Fasern und Streifen die Elemente von Strahlen wahrnehmen, zu deren völliger Ausbildung es jedoch allermeist nicht kommt. In seltenen Fällen schreite aber die Entwicklung wirklich weiter als bis zur Bildung blosser Streifen oder Faserstrahlen und die Fettflosse wandle sich in eine strahlige um, wie dies z. B. bei *Phraetocephalus* und *Claroetes* der Fall sei. Dann betont er, dass sie ohne Zweifel eine tiefstehende, an das embryonale Stadium mahrende Flossenform darstelle.

Dass die Fettflosse ebenso wie die unpaaren Flossen aus dem

1) Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere, H. II 1865 S. 138.

2) Ueber den Flossenbau der Fische. Sitzungsberichte der K. Akademie der Wissenschaften. 1860 S. 242.

embryonalen Flossensaume hervorgehe, hat bereits C. Vogt¹⁾ nachgewiesen.

Der primitiven Strahlen, welche die radiäre Streifung des Randes der Schwanzflosse bedingen, gedenkt Lotz²⁾.

Diesen historischen Bemerkungen will ich nun die Mittheilung der Resultate einiger Beobachtungen anreihen, welche ich bei Selachiern, jungen Fischen und älteren Salmoniden zu machen Gelegenheit hatte

Sowohl bei Rochen (*Raja clavata*) als auch bei Haien (*Squalus glaucus*) fand ich die Stützelemente sehr schön entwickelt als homogene, stark lichtbrechende, an beiden Enden zugespitzte Stäbe. Nach Behandlung mit concentrirter Kalilauge erschienen sie sofort verändert. Sie erhielten Einschnürungen, quollen auf und zeigten im Innern kleine Hohlräume, ganz ähnlich wie auf Fig. 6 vom Lachs: Alles nach 15 Minuten; eine längere Einwirkung des Reagens hatte vollständigen Zerfall des Gewebes zur Folge.

Junge eben dem Ei entschlüpfte Karpfen trugen im ganzen Flossensaume sehr feine Stützstäbe. Im Schwanztheile desselben waren sie am stärksten.

Hier wurden sie noch nach vierzehn Tagen wahrgenommen. Sie zeigten sich gegen concentrirte Kalilauge ziemlich resistent, da sie erst nach längerer Einwirkung zerfielen. Eine kleine Einkerbung des Flossensaumes vor der Schwanzflosse bestimmt die Lage der Fettflosse zur Zeit des Ausschlüpfens aus der Eikapsel. So beim Californischen Lachs und der Bachforelle. Der ganze Flossensaum sowie auch die Brustflossen enthielten lange, an beiden Enden zugespitzte, durchaus homogene Fäden.

Bei soleh' jungen Salmoniden ist die Fettflosse so durchsichtig, dass sie in toto untersucht werden kann.

In Fig. 5 habe ich das Oberflächenbild der Fettflosse einer Bachforelle von 15 mm Länge wiedergegeben. Man sieht die polygonalen Epithelzellen, welche sich nach dem Aussenrande zu abplatteten, dazwischen Becherzellen mit kreisrunder Oeffnung, darunter verästelte, mehr oder weniger pigmentirte, oft untereinander anastomosirende Zellen und in der Tiefe die Stützstäbe. Bei

1) Ambryologie des Salmones 1842. P. 134, 254. Fig. A 170.

2) Zeitschr. f. wiss. Zoologie 1864. S. 94, Taf. XI, Fig. 20.

einer Bachforelle von 7 cm finde ich die Stäbe an der Basis dicht gedrängt, etwas convergirend nach dem Rande hin (Fig. 1), 0,017 mm dick, glashell, an beiden Enden zugespitzt und oft an dem einen getheilt (Fig. 3). Sie alterniren mit einander, so dass das spitze Ende neben die Mitte eines anderen Stabes zu liegen kommt. Unter sich werden sie verbunden durch eine feinkörnige Zwischensubstanz, welche nach dem freien Ende zu homogener wird.

Eine junge Bachforelle von 11 cm besass eine Fettflosse von 6 mm Höhe und 2,5 mm Länge an der Basis. Die Stützstäbe (Fig. 9) erreichten die grösste Dicke von 0,026 mm. Sie quollen auf und lösten sich in concentrirter Kalilauge. In 50% Essigsäure wurden sie, nachdem sie ohne Gasentwicklung um das Fünffache ihrer Dicke aufgequollen waren, immer heller und heller bis zur Unkenntlichkeit. Beim Kochen erweichten sie, quollen auf und verloren ihre Form.

Die Untersuchung des Baues der Fettflosse einer Bachforelle von 25 cm ergab nachfolgende Resultate.

Die Oberhaut zeigt zunächst ein schönes regelmässiges Epithel mit häufig stark verlängerten und nach der Tiefe hin stark ausgezackten Zellen (Fig. 7). Diese greifen in die fein gezähnelte Oberfläche der Lederhaut ein. In und neben den Papillen, im Niveau ihrer Basis liegen stark pigmentirte und verästelte Zellen. Darauf folgt eine Bindegewebsschicht von Längs- und Querfasern, dann die etwa dreimal so breite Lage der Stützstäbe (Fig. 4 und Fig. 8). Diese werden durch feinere kürzere Elemente von derselben Art bündelweise zusammengehalten. Nach der Mitte hin sind die dicken Stäbe stärker vertreten.

Diese erscheinen im Durchschnitt (Fig. 4) meist stark canelirt, wogegen die feineren eine glatte Oberfläche besitzen. Die kürzeren Querstäbe waren bis 0,14 mm lang und 0,007 mm dick.

Im Innern der Fettflosse wird das Gewebe lockerer, durchsichtiger und lässt feine Bindegewebsfasern mit langgestreckten Zellen erkennen. In und neben der Mittellinie durchsetzen zu- und abführende Gefässe und Nervenstämmchen die Fettflosse. Fett selbst enthält sie nicht so viel, als dass sie darnach ihren Namen verdiente, wenigstens nicht bei jüngeren Fischen. Bei der ausgewachsenen Bachforelle, der Aesche und in einem zwanzigfändigen Lachs fand ich die oben geschilderten Structurverhältnisse im Wesentlichen wieder.

Horizontale und verticale Schnitte durch die Fettflosse des Letzteren zeigen schon dem bloßen Auge einen inneren hellen Streifen, welcher seitlich durch zwei dunklere begrenzt wird. Die mittlere durchsichtigere Parthie enthält lockeres Bindegewebe mit eingebetteten Fettzellen, welche an der Basis reichlich, gegen den freien Rand hin spärlich vertreten sind. Die dunkleren Streifen enthalten die in der Lederhaut eingewebten Stützstäbe und nach innen und aussen von denselben eine Lage verästelter Pigmentzellen. Am Grunde der Fettflosse sind die Stützstäbe breiter, bis 0,03 mm, weniger stark, oft wellenförmig gebogen, während sie nach dem oberen Rande hin eine bestimmtere Form annehmen und sehr schön in dichter Reihe hervortreten (Fig. 2). Die durch Abschaben gewonnenen Oberhautzellen zeigen sehr verschiedene Gestalt. Man unterscheidet spindelförmige Zellen mit glänzendem soliden Kern, sodann rundliche mit granulirten oder mehrere größere Kernkörperchen führenden Kernen.

Was nun die histologische Deutung der Stützstäbe betrifft, so müssen sie wohl, wie dies bereits Gegenbaur aussprach, als Intercellularsubstanz des Bindegewebes aufzufassen sein, welche jedoch in einer bestimmt charakterisirten Form auftritt.

Ihr Vorkommen ist ein sehr beschränktes und, wie Gegenbaur bemerkt, in phylogenetischer Beziehung besonders beachtenswerth.

Das für den Hausbedarf seines Besitzers ziemlich unnütze Anhängsel der Fettflosse ist offenbar ein Erbstück aus alten vergangenen Zeiten, dessen Elemente sich bei den Selachiern in ausgedehnterem Maasse noch erhalten haben. Der Nachweis, dass dieselben Stützstäbe die Grundlage der embryonalen Flossen bilden, dürfte auch in diesem Falle hindeuten auf die innigen Beziehungen zwischen der Keimes- und Stammesentwicklung.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XV.

- Fig. 1. Fettflosse einer jungen 7 cm langen Forelle. Alc. Glyc.
 Fig. 2. Oberer Saum der Fettflosse eines zwanzigpfündigen Lachses. M. Flüss. Glyc.
 Fig. 3. Stützstäbe aus der Fettflosse einer Forelle von 7 cm Länge. Alc.
 Fig. 4. Querschnitt aus der Fettflosse einer Forelle von 25 cm Länge, 3 mm über der Basis. Alc. Glyc.
 Fig. 5. Von der Oberfläche der Fettflosse einer Forelle von 15 mm. M. Fl. Alc. Carmin.
 Fig. 6. Erste Veränderung der Stützstäbe des Lachses durch Kali caust. concentr.
 Fig. 7. Theil eines Querschnitts vom Seitenrande der Fettflosse einer Forelle von 25 cm Länge nahe der Basis. M. Fl. Glyc.
 Fig. 8. Flächenschnitt durch die Zone der Stützstäbe aus der Fettflosse einer 25 cm langen Forelle. M. Fl. Glyc.
 Fig. 9. Flächenschnitt durch die Stützstäbe aus der mittleren Gegend der Fettflosse von einer 11 cm langen Forelle. Alc. Glyc.
-

Zur Kenntniss der Drüsenzellen des Magens, besonders beim Menschen.

Von

Dr. Ludwig Edinger,

Assistent der medic. Klinik zu Strassburg i. E.

Hierzu Tafel XVI.

1. Einleitung.

Die Gelegenheit lebend frischen menschlichen Magen zu untersuchen, sowie die häufige Durchmusterung von mit der Sonde heraufbeförderten Magenschleimmassen haben mir einige Re-

sultate ergeben, die mit dem, was seit langem über den Magen niederer Wirbelthiere bekannt ist, zusammengehalten, mich zu einer anderen, als der jetzt meist angenommenen Ansicht von der Natur der Haupt- und Belegzellen geführt haben.

In den letzten Jahren ist der anatomische Bau der Magenschleimhaut und die physiologische Deutung des davon Erforschten, Gegenstand einer sehr lebhaften Controverse geworden. Man findet die Geschichte dieser Frage bei Nussbaum (dieses Archiv Bd. XIII) so übersichtlich und ausführlich berichtet, dass ich dieselbe hier nur kurz insoweit zu berühren habe, als sie den Leser rasch auf den heutigen Stand der Ansichten zu setzen vermag.

Die Untersuchungen Heidenhains¹⁾, hatten es wahrscheinlich gemacht, dass von den beiden in den Fundusdrüsen des Magens vorkommenden Zellarten die kleineren, die Hauptzellen (adelomorphe Zellen Rollets) die Pepsinabsonderung besorgten.

Als Ebstein²⁾ in den Pylorusdrüsen die nach ihm und Grützner nur Pepsin und keine Salzsäure absondern sollten, die kleinen Zellen allein vertreten fand und an ihnen auch die von Heidenhain beschriebenen mit der Verdauung einhergehenden Veränderungen wahrnehmen konnte, da schien der Heidenhain'schen Hypothese eine gute Stütze gegeben zu sein.

Die Hauptzellen waren die Pepsinbildner. Dass aber der Pylorus überhaupt eigenes Pepsin enthalte, wurde von verschiedenen Seiten bestritten. Friedinger³⁾ sowohl als Wolfhügel⁴⁾ bekamen aus ihm nur Spuren von Pepsin, die sie für infiltrirt hielten. Sie und auch Fick⁵⁾ wollen die grossen Belegzellen (delomorphe Zellen Rollet) als Pepsinbildner angesehen haben. Trotzdem Versuche von Ebstein und Grützner⁶⁾ es sehr unwahrscheinlich machten, dass je Pepsin in lebende Darmschleimhaut infiltrire, blieb v. Wittich⁷⁾, der übrigens im Glycerinextract des Pylorus nur sehr wenig Pepsin gefunden hatte, dabei, dass dieser Magen-

1) Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. VI. S. 368.

2) Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. VI. S. 515.

3) Wiener Sitzungsberichte 1871. S. 325.

4) Pflüger's Archiv Bd. VII.

5) Würzburger Verhandlungen 1871. Bd. II.

6) Pflüger's Archiv Bd. VI. S. 1.

7) Pflüger's Archiv Bd. VII.

theil kein Pepsin selbst producire und nur infiltrirtes enthalte, dass es wahrscheinlich doch die Belegzellen des Fundus seien, denen diese Funktion zukomme. Das hielt er auch aufrecht, als Ebstein und Grützner ¹⁾ nachwiesen, dass durch Salzsäurezusatz zu dem Glycerin sehr viel wirksamere Extracte zu erhalten seien. Die Zellen haben, antwortete er darnach, das Pepsin absorbirt, haben sich im Waschwasser mit einer Gerinnungshaut umgeben und, indem diese sich jetzt in der Säure löst, geben sie das Ferment wieder leicht an das Glycerin ab ²⁾,

Nun gelang es Ebstein und Grützner ³⁾ zu zeigen, dass nur die tieferen Pylorusschichten, vom todtten Präparat sowohl als vom lebenden Hunde abgetragen, Pepsin enthielten, nicht auch die höheren, wie das doch wohl sein müsste, läge Imbibition vor. Die pepsinbildende Eigenschaft des Pylorus, durch diese schönen Arbeiten fast sicher gestellt, erfuhr durch Klemensiewicz ⁴⁾ eine weitere Stütze, als es diesem gelang, aus dem operativ von Magen und Duodenum getrennten und in die Bauchwand als Sack eingenähten Pylorus pepsinhaltiges Secret zu erhalten.

Heidenhain ⁵⁾ konnte neuerdings über weitere derartige Versuche berichten, bei denen es ihm gelungen, die Hunde sehr lange am Leben zu erhalten. Ihr Pylorus sonderte immer alkalisches mit Salzsäure gut verdauendes Secret ab.

Ueber Arbeiten, welche den Beweis für die pepsinogene Natur der Haupt- respective Belegzellen aus den Verhältnissen bei niederen Thieren führen wollen, soll weiter unten berichtet werden.

Mit einer ganz neuen Methode untersuchend, focht Nussbaum ⁶⁾ Anfangs 1877 die von Heidenhain und seinen Schülern so fest vertheidigte Ansicht an und es gelang ihm eine Reihe guter Gründe für seine Behauptung, dass doch die Belegzellen das Pepsin absonderten, beizubringen.

Nussbaum hatte gefunden, dass die Fermente der Speichel- und Labdrüsen, sowie die des Pancreas durch Osmiumsäure tief schwarz gefärbt wurden, und dass diese Reaction nicht mehr ein-

1) Pflüger's Archiv Bd. VII.

2) Ibidem Bd. VIII.

3) Pflüger's Archiv Bd. VIII.

4) Wiener Sitzungsberichte Bd. LXXI. Abth. 3.

5) Pflüger's Archiv Bd. XVIII und XIX.

6) Archiv f. mikrosk. Anatomie Bd. XIII.

trat, als er die fermentative Wirkung durch Erhitzen zerstört hatte. Als er nun die Osmiumsäure auf die lebensfrischen Drüsen selbst brachte, fanden sich in allen gewisse Zellen, die sich tief schwarz von den anderen abhoben. Erhitzte, stark vom Nerv aus gereizte, oder mit Glycerin extrahirte Drüsen gaben die Reaction nicht mehr. Beim Embryo war sie erst zu der Zeit zu erhalten, wo sich auch Ferment aus den Drüsen extrahiren liess, nicht früher. Er glaubte sich daher wohl mit Recht zu dem Schlusse berechtigt, dass diejenigen Drüsenzellen, die sich in Osmiumsäure so stark schwärzten, die fermentgebenden seien.

Um die Frage nach den Pepsin bereitenden Zellen zu lösen hat er die Magendrüsen verschiedener Thiere mit seiner Methode untersucht. Es schwärzten sich bei den Säugern die Belegzellen, besonders auf der Höhe der Verdauung, die Hauptzellen und die Zellen der Pylorusdrüsen blieben ungefärbt.

Nach Glycerinextraction der Schleimhautstücke konnte der Farbenunterschied nicht mehr erhalten werden; ebenso färbten sich die Belegzellen nicht mehr, wenn er durch Einlegen von Schwämmen in den Magen eine übermässige Secretion hervorgerufen hatte. Nach diesen Ergebnissen glaubte er trotz der vielen entgegenstehenden Versuche den Belegzellen die Pepsinabsonderung zuschreiben zu müssen.

Grützner¹⁾ hat Nussbaum's Verfahren zum Theil geprüft.

Seine fermentreichen Drüsenextracte mit Osmium zusammengebracht färbten sich aber nicht anders als fermentarme. Die Zeit nach der Nahrungsaufnahme, wo sich nach Nussbaum die Belegzellen am meisten schwärzten, ist nach seinen Untersuchungen²⁾ gerade die, wo am wenigsten Pepsin abgesondert wird. Nach ihm gibt ein hungernder Hund viel mehr Pepsin an Glycerin ab, als ein anderer in voller Verdauung. Uebrigens sei von Nussbaum keineswegs nachgewiesen, dass gerade Pepsin die Schwarzfärbung bedingt habe. Sondere ja doch der Magen auch das Labferment ab, dessen Menge mit dem Pepsingehalt parallel gehe.

Dass der Pylorus Pepsin absondere, liess sich nach allen den Mittheilungen nicht mehr wohl bestreiten. Liess sich aber nachweisen, dass er nicht nur Haupt- sondern auch Belegzellen ent-

1) Pflüger's Archiv Bd. XVI.

2) Habilitationsschrift, Breslau 1875.

hält, so war der aus dieser Absonderung gezogene Schluss auf die pepsinogene Natur der Hauptzellen hinfällig. Gerlach und Mayer wollten schon früher grosse protoplasmatische Zellen daselbst gefunden haben und in einer neuen Mittheilung behauptet Nussbaum¹⁾ bestimmt, dass im Pylorus Belegzellen vorkämen²⁾. Wenige nur, aber der aus dem Pylorus gebildete künstliche Magen Heidenhain's hatte auch pro Stunde nur 2—3 cem alkalischen Secretes abgegeben, während das Fundussäckchen bis zu 26 cem gewinnen liess. Und doch war in beiden die Menge der Hauptzellen ungefähr gleich. Die genannte Differenz kann nicht auf Rechnung einer Verdünnung des Secretes kommen, da das Fundusseret nicht pepsinärmer ist, als das des Pylorus.

Die Beobachtung Grützner's, dass der Fermentgehalt der Magendrüsen im Hungerzustande am höchsten sei, stand mit den Nussbaum'schen Schlüssen aus der Osmiummethode im Widerspruch. Da aber auch die neuesten Ergebnisse Heidenhain's zu der Grützner'schen Beobachtung theilweise im Widerspruch stehen, so muss dieser Einwurf gegen die Osmiummethode einstweilen unerledigt bleiben. Uebrigens hat auch Swieciecki gefunden, dass der Magen während der Verdauung viel mehr Pepsin enthalte, als während des Hungers.

Man sieht, es werden von beiden Seiten gewichtige Gründe geltend gemacht und die Frage ist keineswegs entschieden, welche Zellen das Pepsin absondern.

Soviel aber kann man wohl als nachgewiesen ansehen, dass die Hauptzellen des Pylorus Pepsin absondern können. Die wenigen Belegzellen, so klein an Zahl, dass sie den meisten Beobachtern bis jetzt entgingen, reichen nicht hin um den Fermentgehalt der Pylorusdrüsen zu erklären. Dass er zum Theil von Infiltration herrührt, wie Nussbaum will, ist nach Ebstein's und Grützner's Untersuchungen doch sehr unwahrscheinlich.

Anders aber steht es mit der Behauptung, dass die Belegzellen wohl die Säure absonderten. Nirgendwo ist eine Spur von Beweis hierfür erbracht, während nicht wenige Beobachter sie mit Ernst für Pepsinbildner ansprechen und gerade das ist

1) Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XVI.

2) Es ist nicht unmöglich, dass die wiederholt im Pylorus gefundenen „Belegzellen“ Plasmazellen waren aus der Umgebung der Blutgefässe; solche lassen sich wohl nur schwer von den Belegzellen unterscheiden.

nicht nachgewiesen, dass nicht auch die Belegzellen Pepsin absonderten.

Man wird hier die Versuche von Swieciecki¹⁾ mir als erbrachten Gegenbeweis vorlegen, der ja aus dem Froshoesophagus mit seinen Hauptzellen nur Pepsin erhielt und daher dem Froschmagen mit den Belegzellen die Säurebildung zuschreibt.

Aber Versuche, die ich neuerdings an demselben Objecte anstellte, lassen mir Swieciecki's Angaben zweifelhaft erscheinen.

Durch Maly²⁾ und von den Velden³⁾ ist vor Kurzem gezeigt worden, dass die Farbenänderung die einige Anilinfarben bei Zusatz von Mineralsäuren erfahren, sehr wohl zum Nachweis der kleinsten Spuren freier Salzsäure im Magensaft benutzt werden kann. So färbt sich z. B. eine gelbe Tropaeolinlösung noch roth, wenn 0,01 Procent Salzsäure zugesetzt wird. Es lag nahe mit diesem feinen Reagens den Froschmagen, das heisst den nach dem übereinstimmenden Urtheil vieler Autoren (Leydig, Heidenhain, Friedinger, Nussbaum, Swieciecki, Partsch u. A.) nur Belegzellen enthaltenden Magenthail zu untersuchen. Ich weiss nicht ob man die Julifrösche des Jahres 1879 als Winterfrösche bezeichnen darf. Bei den meisten war der Magen ganz leer und reagirte in drei Fällen nicht einmal sauer. Bei diesen letzteren blieb auch das Extract der Schleimhaut neutral und veränderte Tropaeolin nicht. Enthielten in solchen Fällen aber die Zellen doch die Salzsäure fertig und gäben sie erst auf Reiz ab, so liesse sich vielleicht durch Behandlung der Magenschleimhaut mit schwachen elektrischen Strömen eine saure Reaction der Oberfläche hervorrufen. Dem ist nicht so.

Legt man auf einen geöffneten derartigen Froschmagen, dessen Circulation erhalten ist, ein Stückchen feuchtes Lacmuspapier und lässt einige Zeit einen schwachen elektrischen Strom wirken, so tritt keineswegs Röthung an dem Reagenzpapier ein. Starke Ströme würden wohl auf elektrolytischem Weg saure Reaction erzeugen können. Immer sauer reagirte der Magen der mit Fibrin gefütterten Frösche, aber die Flüssigkeit gab nie die Tropaeolinreaction, selbst nicht, als das vereinte Secret mehrerer Magen mit der Farbe in Berührung kam. Ich habe den Versuch oft wiederholt, bin aber zu keinem anderen Resultate gekommen.

Die „Belegzellen“ des Froschmagens sondern also keine Mineralsäure ab.

Andrerseits ist es nach dem Verhalten zu Osmiumsäure, in der sie sich tief schwärzen, und nach den Extractionsversuchen der gut abgewaschenen Schleimhaut höchst wahrscheinlich, dass sie sich an der Pepsinbildung betheiligen.

1) Pflüger's Archiv Bd. XIII.

2) Zeitschrift f. physiol. Chemie Bd. 1.

3) Deutsches Archiv f. klin. Medicin Bd. XXIII.

Kurz, der Beweis, dass überhaupt den zweierlei Zellen im Magen verschiedene Function zukommt, ist noch nicht erbracht.

2. Die Drüsen des menschlichen Magens.

In einer unter W. Krause's Leitung gearbeiteten Dissertation ¹⁾ gab zuerst Juckes an, dass auch der menschliche Magen die zweierlei Zellen, die Heidenhain und Rollet bei Thieren kennen gelehrt hatten, besitze. Direkt an die Cylinderzellen des Drüsenausganges grenzten die dicken polygonalen Belegzellen. Zwischen und oft nach innen von ihnen, sieht man die kleinen kegelförmigen Hauptzellen dichtgedrängt nebeneinander liegen. Dem Drüsenhals kommt keine andere Zellanordnung als der ganzen Drüse zu. Im Pylorustheil hat Verfasser einzelne Belegzellen in den Drüsen gefunden. Henle ²⁾, dem ein normaler sehr gut erhaltener Magen zur Verfügung stand, zeichnet und beschreibt den Drüsenhals als nur von Belegzellen erfüllt, während die untere Drüsenabtheilung nur einzelne solcher aufweise, die in Abständen an der Aussenseite der Hauptzellen, zwischen diesen und der Basalmembran lägen und letztere nicht selten bauchig nach aussen wölbten. Doch kämen einzelne Drüsen vor, die bis auf den Grund von Belegzellen besetzt seien.

Wir sind an hiesiger Klinik täglich in der Lage, den dem Magen mit der Sonde entnommenen Schleim untersuchen zu können, das was wir darin von zelligen Bestandtheilen finden, deuten zu sollen. Das Bedürfniss nach einer genaueren Kenntniss der menschlichen Magenschleimhaut und ihres Secretes hat sich dabei wiederholt geltend gemacht.

Es mag mir daher angesichts des praktisch Wünschenswerthen gestattet sein, über einige Ergebnisse zu berichten, die ich im klinischen Institut hier aus einer grossen Anzahl von Untersuchungen menschlichen Magenschleimes und menschlicher Magenstücke in gesundem und krankem Zustande erhalten habe.

Versuche, die feinste Structur am Leichenmagen zu untersuchen, hatten immer mit dem Misstrauen zu kämpfen, das ich den allemal in beginnender Zersetzung begriffenen Schleimhautstücken entgegenbrachte. Nur ein Magen, der einer 12 Stunden

1) Dissertation Göttingen 1871.

2) Handbuch der Eingeweidelehre 1873.

alten Typhusleiche entstammte, hat mir annähernd gute Bilder gegeben (Kriterium guter Conservirung war mir das Vorhandensein unverletzten Cylinderepithels) auf den Leisten zwischen den Stomachocells.

Ich musste es daher als ein für mich glückliches Ereigniss betrachten, als im Anfange dieses Jahres an unserer Klinik zwei hier sonst äusserst seltene Fälle von Abreissung kleiner Stückchen der Magenschleimhaut durch die mit Trichter und Schlauch armirte Schlundsonde zur Beobachtung kamen.

Solche Verletzungen werden bekanntlich bei nur geringer therapeutischer Aufmerksamkeit leicht und ohne nachtheilige Folgen ertragen. Auch bei unseren Patienten heilte die kleine Verletzung ohne irgend welchen Zufall.

Im ersten Falle handelte es sich um einen Mann von 38 Jahren, der bereits seit 11 Jahren an Magenbeschwerden, die auf ein Ulcus zurückgeführt werden müssen, leidet. Im Februar 1879 kam er hierorts zum erstenmale zur Beobachtung und es wurde ein ziemlich stark erweiterter Magen, dessen Contouren unterhalb des Nabels verliefen, gefunden. Derselbe hielt über Nacht grosse Quantitäten halb verdauter Nahrung zurück.

Das Secret enthielt Salzsäure und Pepsin.

Therapie: Mechanische Behandlung mit Sonde und Trichter.

Binnen drei Wochen waren die Schmerzen gewichen und Patient in Genesung begriffen. Am 22. Februar sollte nochmals die Sonde in den nüchternen Magen eingeführt werden, um zu untersuchen ob derselbe wirklich am Morgen nun ganz leer sei. Er war leer, stark contrahirt. Bei dieser Untersuchung erzeugte die Sonde Würgebewegungen und, obwohl man sich beeilte das Schlundrohr herauszuziehen, fand sich doch ein Stückchen Schleimhaut im Oer derselben vor.

Im zweiten Falle handelte es sich um einen von Magenbeschwerden geplagten Mann, bei dem auch die genaueste Untersuchung Nichts finden liess, das auf ein organisches Magenleiden gedeutet werden konnte. Der Magen schien völlig normal zu sein. Höchst wahrscheinlich lag eine Neurose vor. Dieser Patient machte eines Morgens beim Ausspülen des Magens plötzlich eine Pressbewegung und drückte so den Magen an die Sonde. Gleich darauf fanden sich im Waschwasser zwei äusserst kleine Fetzen Drüsenschicht der Schleimhaut.

Sofort, nachdem die Magenstückchen erschienen waren, wurden sie mit der Pincette in Osmiumsäure gebracht, das erste in 1% Lösung, das zweite behufs Maceration in $\frac{1}{10}$ %. Diese wohl als lebend frisch anzusehenden Stückchen, der mit der Pumpe heraufbeförderte Schleim von gesunden (Neurosen des

des Magens) und kranken Mägen und einzelne Leichenmägen bilden das Material, dessen Untersuchung ich das Folgende über den menschlichen Magen entnehme:

Der Schleim des gesunden Magens ist klar, glasig, nicht zähe, häufig wie zu kleinen Körnchen geballt. Das Mikroskop lässt in ihm ausser der glasigen leicht streifigen Grundsubstanz nur wenig zellige Elemente erkennen.

1. Zunächst fallen Kerne darin auf, sehr scharfrandig, glasig hell mit 1—2 Kernkörperchen. Sie entstammen zu allermeist den Cylinderepithelien. Grösse und Gestalt lassen darüber keinen Zweifel.

2. Diese Epithelien selbst habe ich im Schleim gesunder Mägen immer nur so vereinzelt getroffen, dass es mir sehr zweifelhaft ist, ob wirklich im gesunden Magen je Epithel losgestossen wird; aber in einem Falle von lang andauerndem chronischen Magencatarrhe (Velten loco concit. Obs. IX) ohne Dilatation wurden täglich grosse Mengen von unzerstörtem, schönst macerirtem Cylinderepithel im Waschwasser des Magens gefunden. Es waren dicht verfilzte Haufen von Zellen, von denen keine zwei mehr in ihrer ursprünglichen Lage beisammen lagen. Der Beschreibung, die F. E. Schulze ¹⁾ von diesen Epithelien giebt, habe ich nichts zuzufügen. Die Zellen sind jedenfalls nach der Magenoberfläche zu offen, ob sie überall nackt, membranlos nur in einer Kittsubstanz stehen, also das, was als Membran an der isolirten Zelle imponirt, nur eine macerirte Kittsubstanz ist, oder ob sie an den Seiten eigene Membran haben, wage ich nicht zu entscheiden. Es wird wohl wie meist in dergleichen feinsten Dingen auch hier der subjectiven Auffassung ein gewisser Spielraum verbleiben müssen.

3. Ausser den Kernen und den Cylinderzellen findet man gar nicht selten auch bei Gesunden im Magenschleim freie Lymphzellen. Dieselben sind höchst wahrscheinlich aus den Gefässen zwischen den Epithelien hindurch in das Lumen gewandert. Auf Schnitten des Säugethiermagens konnte ich den direkten Vorgang zwar noch nicht finden, aber für niedere Wirbelthiere, für Fische und Reptilien ist es mir nach meinen Präparaten zweifellos, dass runde weisse Zellen fortwährend den beschriebenen Weg einschla-

1) Archiv f. mikrosk. Anatomie Bd. III.

gen. Man kann sie auf allen Stellen ihrer Wanderung ertappen¹⁾. Im Secret des stark chronisch geschwellten Magens ist übrigens die Menge dieser Zellen auch nicht gerade gross, keineswegs so gross, wie man sie im Secret anderer chronisch erkrankter Schleimhäute zu finden gewohnt ist.

4. Drüsenzellen sind sehr selten im Schleim des Magens, auch des erkrankten. Ich erinnere mich in etwa 80—100 Untersuchungen nur viermal unzweifelhafte Labzellen gesehen zu haben, trotz alles Suchens darnach. Man ist leicht geneigt grosse protoplasmareiche Zellen, die dem Rachensecret entstammen und sich gar nicht selten im Magen noch durch den umgebenden Schleim vor Verdauung geschützt vorfinden, für Belegzellen zu halten. Die echten Labzellen sind kleiner, trüber, häufig von gelbbraunen, nie von schwarzen Körnchen durchsetzt. Sie liegen in glasigen Magenschleim gebettet, die Rachenzellen in mehr weniger eiterzellenreicher Umgebung. Zweierlei Zellarten lassen sich nicht unterscheiden.

Aus dem Fehlen oder Vorhandensein von Magendrüsenzellen im Schleime kann auf keinen bestimmten pathologischen Process geschlossen werden. Bei den Catarrhen des Magens sind sie jedenfalls nicht häufiger als im gesunden Zustande dieses Organes. Mit Ausnahme der acuten Gastritis sind von mir im Laufe des letzten Jahres wohl alle Formen von Magenerkrankung auf das Vorkommen von Drüsenzellen untersucht worden, nie ist mir ein besonders reichliches Vorkommen von solchen aufgefallen.

5. Der Magenschleim enthält ferner noch zahlreiche kleine Detritushäufchen, Stückchen von Zellendfäden, Reste von feinvertheilter Nahrung u. s. w.

Auf die pathologischen Beimischungen, die nicht direct aus der Magenwand stammen, auf die Pilzformen, die in Mannigfaltigkeit zur Beobachtung kommen u. s. w., soll an diesem Orte nicht eingegangen werden.

Die Magendrüsen habe ich nur in dem nicht pylorischen Theile untersucht. Meine zwei abgerissenen Stückchen müssen der gewöhnlichen Lage der Sonde nach aus dem Fundus stammen und vom Leichenmagen ist immer nur die vordere Magenwand,

1) Siehe Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XIII. Taf. XL Fig. 5.

die ja durch die Rückenlage der Leiche von dem Mageninhalt getrennt ist, gut erhalten. Was meine Methode angeht, so habe ich mich anfangs der gebräuchlichen vorsichtigen Carminfärbung und der mit Anilinblau bedient, aber dieselben später verlassen, als ich in ganz verdünnten Eosinlösungen ein Mittel gefunden, das nie versagend die bekannten Farbdifferenzen an den Magenzellen immer sofort erkennen liess ¹⁾.

Die Eosinmethode eignet sich besonders auch zur Untersuchung des Leichenmagens, wenn es darauf ankommt das numerische Verhältniss der Zellarten zu einander rasch zu übersehen.

Die frischen Magenstückchen wurden in Osmiumsäure geworfen. Die Versuche Grützner's und dessen Einwände gegen die Nussbaum'sche Methode erscheinen mir, nachdem ich mich vielfach der letzteren bediente, nicht so unzweifelhaft widerlegend, dass man desshalb von ihr abstehen müsste. Jetzt, wo ich gerade den menschlichen Magen und den vieler Thiere mit ihr untersucht habe, kann ich wohl sagen: Die Osmiumsäure färbt das reine Drüsensecret des Magens schwarz. Gleich schwarz wie das Secret werden nur die Belegzellen gefärbt, während die Hauptzellen verschiedene Töne von Dunkelung annehmen. Dass aber das, was sich in den Zellen schwärzt, wirklich das Magensecret ist, das lehrt ein Blick auf Fig. 3. Die Versuche von Nussbaum haben es sehr wahrscheinlich gemacht, dass das sich im Magensecret schwärzende Ferment ist. Dass ein pepsinreiches Glycerinsecret, das Grützner anfertigte, sich weniger in Osmiumsäure schwärzte, als ein pepsinarmes, ist ein nicht aufgeklärter Widerspruch. Ich habe bei analogen Versuchen nichts derartiges gesehen.

Eine ganz reine Pepsinlösung in Glycerin färbt sich in Os-

1) Man bringt die dünnen Schnitte in eben rosa gefärbte wässrige Lösung von Eosin und lässt sie etwa zwei Minuten darin. Dann spült man einen zur Probe rasch ab und falls er sich schon rosa gefärbt, wird er in Glycerin untersucht. Sollten die Farbenunterschiede an den einzelnen Zellen noch nicht deutlich genug sein, so sind sie es gewiss an den in Eosin ruhenden Schnitten inzwischen geworden. Dann eventuell Haematoxylinfärbung. Die Präparate sind nicht haltbar, blassen nach Wochen ab. Haltbar sind aber Lackpräparate, die man mit alkohol. Eosinlösung herstellt. Sie gelingen aber nicht so sicher wie die in wässriger Lösung.

mium nach $\frac{1}{4}$ Stunde tief schwarz und in Verdünnungen von $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$ entsprechend weniger. (Glycerin allein bleibt unverändert oder wird nach längerem Stehen erst dunkler in Osmium.) Die Versuchslösung war völlig frei von Peptonen. Die Anwesenheit der Salzsäure macht in dieser Reaction keinen Unterschied. Körnchen von Pepsinpulver (Liebreich's Pepsin) mit Osmium zusammengebracht, werden rasch schwarz. Sofort tief schwarz färbten sich in Osmium auch die Fermente des Pancreas und das in der Blase bei chronischem Catarrh vorkommende von Musculus dargestellte Ferment. Salzsäure und verschiedene Salzlösungen bleiben ohne Einwirkung auf Osmiumsäure. Milchsäure und Buttersäure schwärzten sich mit den kleinen für die Pepsinprobe ausreichenden Osmiummengen nur in ganz unverdünnter reinsten Form, wie sie wohl im Magen kaum vorkommen. Verdünnt man diese letzteren schwarz gewordenen Proben mit Wasser, so wird die Buttersäureprobe röthlich violett, die Milchsäureprobe grünlich, die Pepsin-Osmiumsäureprobe ist in hoher Verdünnung noch braun bis schwarz ¹⁾.

Pepton, das ich von Dr. Kossel hier von Pepsin frei (dialysirt) erhielt, färbte sich mit Osmiumsäure nur schwachgelb.

Magensaft vom Menschen, die die Pumpe heraufbefördert hatte, wurden rasch schwarz, ob sie Salzsäure enthielten oder nicht.

Mit Nussbaum wird man daher wohl annehmen dürfen, dass das, was sich in den Zellen schwärzt, im Wesentlichen Ferment ist, und zwar das Ferment, das wohl am reichlichsten vorkommt, das Pepsin.

Sicher ist aber, dass die Zellen, die sich in Osmiumsäure gar nicht schwärzen, weder fertiges Pepsin noch Milchsäure enthalten können.

Mit der Osmiumsäure werden noch Pepsinmengen intensiv geschwärzt, deren Nachweis durch die Verdauungsprobe nicht mehr gelingt, obgleich zu dieser doch nur minimale Quantitäten genügen. — Bestreitet man aber, dass nur Pepsin sich in der Osmiumsäure schwärze, so wird man doch, nachdem ich die Fein-

1) In allen Proben wurde die gleiche Menge Osmiumsäure ($\frac{1}{2}$ ccm einer $\frac{1}{2}$ % Lösung) genommen.

heit der Methode erprobt habe, zugeben müssen, dass Zellen, die sich gar nicht in Osmium färben, kein fertiges Pepsin enthalten können, während es andererseits sehr wahrscheinlich ist, dass tiefe Schwärzung der Magenellen von Pepsingehalt herrührt.

Die nachfolgende Schilderung bezieht sich im Wesentlichen auf Osmiumpräparate.

An einem Flächenschnitt durch die Magenschleimhaut fallen zunächst innerhalb und ausserhalb der zelligen Drüsenquerschnitte die tief geschwärzten Kugeln und Halbmonde der Belegzellen auf. Aber diese Zellen haben an unserem nie mit Wasser länger in Berührung gekommenen Präparate nicht die von den Autoren beschriebene Form des runden Polsters, sondern es gehen von ihnen hier und da kleine Fortsätze aus, die als dünne schwarze Fädchen zwischen den heller gebliebenen Zellen dahin zum Drüsenlumen ziehen. Dies letztere ist häufig gleichfalls mit intensiv geschwärzter Masse gefüllt. Wo zwei oder mehrere solcher Zellen um einen Querschnitt herum liegen, bilden diese, ihre Fortsätze, einen schwarzen zierlichen Stern, dessen Centrum der Lumenquerschnitt, dessen Strahlen die Fortsätze sind ¹⁾. Solche Bilder scheinen mir doch beweisend, dass die Zellen ein Secret liefern, das sich in Osmium schwärzt. Die schwarzen Linien sind wohl nur zum geringen Theil Zellfortsätze, zum grösseren gewiss Secretströme zwischen den Zellen, wie wir sie aus dem Pancreas, den Brunerschen Drüsen u. s. w. kennen.

Sonst bieten die geschwärzten Zellen auf Längs- und Querschnitten der Drüsen ganz die Bilder, die uns Heidenhain und Rollet an ihren Carmin- und Anilinpräparaten demonstrirt haben. Nur waren sie alle etwas kleiner, als man sie an Farbpräparaten, wo sie wohl durch Wassereinwirkung gequollen sind, zu sehen gewohnt ist. Vielleicht waren sie auch kleiner, weil unsere Patienten nüchtern waren, als der Magen ausgewaschen wurde. (S. Heidenhain l. c., der daselbst angiebt, dass zur Hungerzeit die Belegzellen kleiner, weniger über den Drüsen Schlauch hervorquellend sind.)

1) Ich habe sogar einmal einen Querschnitt gefunden, dessen sämtliche Zellen bis auf eine hell waren. Nur im Lumen der Drüse befand sich eine schwarze Secretmasse und eben von dieser ging ein Faden zu der tief dunklen Belegzelle.

Untersucht man die einzelnen geschwärzten Zellen genauer, so finden sich gar nicht wenige darunter, die die cylindrische, respective kegelförmige Gestalt der Hauptzellen haben und zwischen hell gebliebenen Zellen ganz ihresgleichen eingebettet sind. Diese durch Osmium gleichfalls dunkel gefärbten Zellen stehen durch mancherlei kleinere und grössere Zwischenformen so mit den polsterförmigen Belegzellen im Connex, dass sich nicht jede Zelle sicher zur einen oder anderen Zellgattung zählen lässt. Das war ein Resultat, das mir, der ich die scharfen so oft beschriebenen Unterschiede zwischen den zwei Zellarten zu finden hoffte, sehr unerwartet kam. Ich untersuchte daher meine schwarzen Hauptzellen an Schnitten und Macerationspräparaten immer wieder; aber nun fanden sich bald auch heller braune Zellen und noch hellere gelbe, kurz Uebergangsformen zu den hellgebliebenen Zellen, zu den immer als eigene Zellart beschriebenen Hauptzellen. Bei Zusammenstellung aller Präparate liess sich eine continuirliche Reihe aufstellen von den grossen tief schwarzen polsterförmigen Belegzellen bis zu den kleinen hellen kegelförmigen oder cylindrischen Zellen, die man als adelomorphe, als Hauptzellen bezeichnet.

Dass an mit der bisherigen Methode behandelten Schnitten die Uebergangsformen nur schwer zur Beobachtung kommen, liegt vielleicht daran, dass die Präparate bis zu 24 Stunden und länger in wässriger Farblösung verweilen müssen, wo dann alle möglichen Anschwellungsveränderungen auftreten können, wo namentlich die protoplasmareichen Zellen aufquellend einen viel eclatanteren Unterschied von den kleinen dünnen Hauptzellen darbieten, als bei der Osmiummethode. Färbt man aber rasch mit Eosin, in dem die Schnitte oft nur eine Minute liegen bleiben, so kann man auch mit einer Farbmethode zu anderen Resultaten kommen. Es lässt sich allerdings eine Concentration der Farbe und eine Dauer des Verweilens in der Flüssigkeit für die Schnitte ausfindig machen, bei der sich, wie alle früheren Autoren fanden, nur die grossen protoplasmareichen Zellen färben; aber lässt man dann die Präparate etwas länger darin, dann „misslingen“ sie, das heisst, man bekommt Bilder bei denen auch einige der anderen Zellen sich schwach, andere etwas stärker gefärbt haben; also Nuancen der Farbe von ganz blass bis zu den gesättigten Tönen der Belegzellen. Sind

solche Präparate misslungen? — Uebrigens haben schon Heidenhain und Ebstein angegeben, dass die Hauptzellen sich während der Verdauung mit Farben leicht imprägniren.

Solche Hauptzellen, wie sie von ihnen beschrieben werden, gleichen in Vielem meinen Uebergangsformen von Haupt- zu Belegzellen.

3. Schluss.

Gibt es im Magen des Menschen zweierlei Zellen wie man bisher angenommen, oder liegen hier nur verschiedene physiologische Zustände einer Zellart vor?

Betrachten wir die Bilder, die uns Heidenhain, Ladowsky u. A. aus den Speicheldrüsen und dem Pancreas hungernder und verdauernder Thiere gegeben und vergleichen wir sie mit den Präparaten unserer Mägen, so kann die Möglichkeit, dass wir es nur mit einer Zellart, die an- und abschwillt zu thun haben, nicht von der Hand gewiesen werden. Im Hungerzustande heben sich beispielsweise die Zellen der Submaxillaris klar und hell von den trüben dunklen Zellen der „Halbmonde“ ab. Aber die Figuren 9 und 10 Tafel XXIV Band XIII dieses Archivs zeigen, dass während der stärksten Thätigkeit der Drüse eine solche Trübung und Gestaltänderung in den hellen Zellen auftritt, dass sie sich kaum oder gar nicht von den Halbmonden mehr unterscheiden und sich auch zu Farbstoffen dann ebenso wie diese verhalten, das heisst sich leicht und intensiv färben. Ganz analog sind die Bilder, die Heidenhain vom ruhenden und secernirenden Pancreas giebt. Auch hier sind die gerade thätigen Zellen trüber und imbibitionsfähiger, als die ruhenden.

Nun wissen wir aber durch Heidenhain's und Ebstein's Arbeiten, dass im secernirenden Zustande auch die Hauptzellen etwas schwellen, sich trüben und leicht färben, also denselben Process durchmachen. Ist es, nachdem ich alle Arten von Zwischenstufen zwischen Haupt- und Belegzellen nachgewiesen, nicht wahrscheinlich, dass die Belegzellen den stark absondernden Zustand derjenigen Magendrüsenzellen darstellen, die wir in ruhendem und minder stark gereiztem Zustande Hauptzellen nennen?

Es ist durch Heidenhain's und seiner Schüler Versuche nachgewiesen, dass die Hauptzellen Pepsin absondern können;

und von vielen anderen competenten Beobachtern wird für die Belegzellen dieselbe Function in Anspruch genommen. Während gar nichts dafür spricht, dass sie die Säure absondern und sogar eine Beobachtung von Brücke existirt, wonach die Substanz der Magendrüse in der Tiefe nie sauer reagirt, gibt es eine Reihe von Thatsachen, die ihre pepsinogene Natur wahrscheinlich machen (s. oben das Referat über Nussbaum's Arbeit).

Dass Zellen von der Natur der Belegzellen bei Thieren Pepsin absondern, lehrt die vergleichende Anatomie und Physiologie. Es kommen bei Fischen Amphibien, Reptilien und Vögeln Zellen in dem Pepsin absondernden Magen vor, an denen wir mit unseren Hilfsmitteln keinen wesentlichen Unterschied von den Belegzellen erkennen können. Durch Homburger¹⁾, Luchau²⁾, besonders aber durch Krukenberg's³⁾ schöne Arbeiten wissen wir, dass solche Zellen bei den Fischen Pepsin absondern.

Als ich den Hechtmagen neuerdings wieder untersuchte und die Osmiummethode anwandte, gelang es mir Bilder zu erhalten, die mit den beim Menschen gesehenen eine sehr grosse Aehnlichkeit haben.

Aus dem lebend frischen Hechtmagen wurden rasch 2—3 mm lange Schleimhautstückchen ausgeschnitten und sofort in 1% Osmiumsäurelösung gebracht, wo sie 1—2 Stunden verweilten. Zugleich wurden gleich grosse Stückchen auf 2—3 Tage einer Glycerinextraction unterworfen, um dann in ganz gleicher Weise mit Osmium behandelt zu werden.

1) Vier Mägen von hungernden Hechten enthielten wesentlich hell gebliebene oder schwach bräunliche Zellen, an der Drüsenperipherie einige wenige tiefgeschwärzte. Mehrere der hellen Zellen zeigen nach der Peripherie zu in der Umgebung des Kernes eine stärkere Schwärzung. Dass es nur die secernirenden Zellen sind, welche sich schwärzen, zeigen auch hier wieder solche Querschnitte, auf denen man von einer einzigen schwarzen Zelle zu dem secretgefüllten tiefschwarzen Lumen einen dünnen Faden zwischen den hellen Zellen durchziehen sieht. Fig. 4 zeigt mehrere solcher Querschnitte zusammengestellt.

Wesentlich anders verhielten sich die Mägen von verdauenden (mit kleinen Fischen gefütterten) Hechten. Fast alle Zellen sind mehr weniger geschwärzt; doch finden sich in jeder Drüse einzelne ganz hell gebliebene

1) Med. Centralblatt 1877 Nr. 31.

2) Ibidem 1877 Nr. 28.

3) Untersuchungen aus dem physiologischen Institute d. Universität Heidelberg Bd. 1 und 2.

noch vor. Die Cylinderepithelien der Magenwand leicht braungelb. Das Lumen der Drüsen mit tiefschwarzen Secretmassen erfüllt, die sich nicht immer scharf von den dunkeln umgebenden Zellen trennen lassen.

Die Tunica propria der Drüsen ist an allen Präparaten vom hungernden und verdauenden Thiere geschwärzt. Sie sendet Fortsätze hier und da zwischen die Zellen.

Die Glycerinextracte verdauten mit Salzsäure Fibrin sehr kräftig, enthielten also Pepsin. Wurden die extrahirten Schleimhautstücke mit Osmium behandelt, so wurden sie nur leicht hellgelb, nirgendwo mehr waren dunkle Punkte oder Zellen zu finden. Es war also aus den Zellen, der sich tief schwärzende Körper geschwunden.

Die eine Zellart in der Magendrüse des Hechtes verhält sich also im Hungerzustande wie die Hauptzellen, im verdauenden Zustande wie die Belegzellen des Säugethiermagens gegen Osmiumsäure.

Ist das Entstehen der Belegzellen aus den Hauptzellen nach dem Verhalten gegen Osmiumsäure wahrscheinlich, so sprechen dafür noch einige weitere Erwägungen. Im nicht verdauenden Fundus könnten sich wohl immer noch einzelne Belegzellen finden, aber nach langem Hungern ist es wahrscheinlich, dass sie ganz schwinden, dass keine Magendrüsenzelle mehr mit Secret geladen ist. Die Untersuchung erkrankter Mägen hat mir ein hierfür sprechendes Resultat ergeben. Bei sechs Menschen, die an chronischen Magenerkrankungen gelitten hatten ¹⁾, habe ich sofort nach der Autopsie die Mägen untersucht. Bei allen waren Speisereste im Magen gefunden worden. Die Untersuchung liess Haupt- und reichliche Belegzellen finden. Ganz dieselben beiden Zellarten fanden sich auch in vier Mägen von an Carcinom Verstorbenen, in deren Magensaft während des Lebens nie freie Salzsäure gefunden worden war.

Im Mai dieses Jahres aber starb auf unserer Klinik ein Tuberkulöser, der 10 Tage in nephritischem Koma gelegen hatte und ausser etwas Wasser oder Milch während dieser Zeit keine Nahrung genommen hatte. Der Magen war zusammengezogen, absolut leer. In der Schleimhaut fehlten die Belegzellen fast ganz oder waren doch nur in einigen zweifelhaften Exemplaren vertreten.

Das war ein Befund, der ebenfalls dafür sprach, dass das

1) Zweimal Ulcus ventriculi, zweimal Gastrektasie, zweimal starker État mamillonné.

Entstehen der Belegzellen mit der Verdauung respective Nahrungsaufnahme in Connex steht.

Es sprechen demnach viele Gründe dafür, dass aus den Hauptzellen durch Zunahme des Volumens und Füllung mit Ferment Belegzellen werden, dass also der Magen nur eine Zellart besitzt.

Den Vorgang ganz sicher zu stellen, ist mir nicht gelungen, aber er wird doch äusserst wahrscheinlich durch:

1. Das Vorkommen von Uebergangsformen zwischen Haupt- und Belegzellen.
2. Durch die Analogie, die eine solche Veränderung mit den uns schon bekannten Vorgängen in anderen Drüsen während der Secretion bietet.
3. Durch die Thatsache, dass viele Pepsin absondernde Thiere nur Belegzellen besitzen.
4. Durch den Befund am Magen von hungernden Individuen, bei denen sich nur Hauptzellen finden.
5. Durch die Thatsache, dass viele gewissenhafte Forscher mit gewichtigen Gründen für die Hauptzellen und viele andere für die Belegzellen als Pepsinbildner eingetreten sind.

Ob die Salzsäureabsonderung überhaupt mit den Zellen etwas zu thun hat, bleibt dahingestellt.

Die Hauptmasse der Verdauung findet doch wohl im Fundus statt und wenn wir an die bekannten reizenden Einwirkungen erinnern, die eingeführte Nahrung auf die Zellen hat, so wird es erklärlich, dass es im Pylorus nur so selten zur Bildung von Belegzellen kommt.

Vielleicht erklärt es sich so auch, dass im Oesophagus des Frosches nur „Hauptzellen“ vorkommen und in seinem Magen nur Belegzellen. Eine so wichtige morphologische Anordnung fehlt auffallender Weise bei allen bislang untersuchten Verwandten dieses Thieres (Partsch¹⁾, bei dem Laubfrosch, den Kröten, dem Triton. Den weiten Oesophagus passiren eben die Speisen nur, im Magen bleiben sie liegen und dort können eben aus den Hauptzellen Belegzellen werden, im Oesophagus nicht. Der ganze

1) Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XIV.

Unterschied, den der Frostmagen dann von anderen Amphibienmägen bietet, und auf den so grosses Gewicht gelegt wurde, reducirt sich dann darauf, dass Magendrüsen in zerstreuter Anordnung noch ein Stück hinauf in die Speiseröhre reichen und dass deren Zellen, nie dauernd in Berührung mit der Nahrung, es nicht zu so hochgradiger Schwellung bringen, wie die Drüsenzellen im Fundus.

Dass die Belegzellen im Fundus bei der Verdauung an Zahl zunehmen, ist nicht sicher nachgewiesen, aber jedenfalls schwinden sie allmählig im Hungerzustande; das heisst, während des Hungerns entleeren sich die alten und es entstehen keine neuen aus den Hauptzellen, weil der Reiz, den die Nahrung ausübt, fehlt.

Die Magendrüsenzellen scheinen sich in den Zwischenräumen, welche die gewöhnliche Nahrungsaufnahme bietet, nie ganz, respective alle, ihres Secretes zu entledigen, einige bleiben immer im Zustande der Schwellung. Dieser von dem aus anderen Drüsen Bekannten so verschiedene Vorgang ist vielleicht Schuld daran, dass man bislang die beiden physiologischen Zustände der Zelle als zwei verschiedene Zellarten beschrieben hat. Sah man doch nie innerhalb oder nach der Verdauungszeit eine Art schwinden, fand man doch beide Arten in allen Verdauungsperioden neben einander.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XVI.

Die Abbildungen sind ohne Schematisirung genau nach den Präparaten gefertigt. Die Nuancen der Schwärzung sind möglichst genau wiedergegeben.

Fig. 1. Fundusdrüse vom Menschen:

- a) „Belegzellen“,
- b) Uebergangsformen,
- c) „Hauptzellen“,

Fig. 2. Querschnitte und Schrägschnitte menschlicher Fundusdrüsen. Zusammengestellt aus mehreren Präparaten:

- a) Bindsbstanz der Drüse.

Fig. 3. Menschliche Magendrüsen in $\frac{1}{10}$ % Osmiumsäure macerirt.

Fig. 4. Drüsenquerschnitte aus dem hungernden Hechtmagen.

Notiz, betreffend den Magen von *Tropidonotus natrix*.

Von

Dr. Ludwig Edinger in Strassburg i. E.

Im Pylorustheil von *Coluber natrix* vermisste Partsch (dieses Archiv Bd. XIV. S. 201) die „Schleimdrüsen“. Es finden sich dieselben aber daselbst doch vor auf einer Strecke von etwa $\frac{3}{4}$ em Breite. Die glasigen Zellen, die zwischen Magenepithel und Drüsenschlauch im Fundustheil liegen, nehmen nach dem Pylorus hin an Menge zu, die Labzellentheile der Drüsen werden immer kürzer und in der Nähe des Pylorus sind oft nur noch zwei bis drei Labzellen dem rundlichen von glasig, bauchigen Zellen gebildeten Drüsenschlauche angehängt, die dann ganz schwinden und so die genannte schmale Zone von nur helle Zellen führenden Drüsen zurücklassen. Bis auf die Pylorusklappe hinauf, wenigstens auf ihre vordere dem Magen zugewandte Fläche, erstrecken sich solche Drüsen; über die Klappe hinaus zieht bis zum Anfang der Darmfalten Magenepithel.

Die Zellen erscheinen frisch und nach Alkoholbehandlung rund wie Becherzellen, hell und klar mit kleinem sich gut tingirendem Kerne am Boden, von dem oft ein kleines Fädchen ausgeht. Eine Oeffnung nach dem Lumen zu habe ich nicht gesehen.

In Osmium trüben sie sich etwas durch wenige kleine sich schwärzende Körnchen in ihrem Innern.

Der Magenextract der Ringelnatter verdaut gut mit Salzsäure, ist sauer, gibt aber nicht, wenigstens an den mir vorliegenden Exemplaren, die Tropäolinreaction, enthält also keine freie Mineralsäure.

Versuche über künstliche Theilbarkeit von Beroë ovatus.

Angestellt zum Zweck der Controle seiner morphologischen Befunde über das
Nervensystem dieses Thieres

von

Th. Eimer
in Tübingen

In meiner Arbeit über Beroë ovatus¹⁾ habe ich das Nervensystem dieser Rippenqualle in einer von den bisherigen Schilderungen durchaus abweichenden Weise beschrieben. Nach meinen Untersuchungen wird das Gehirn derselben durch den von Anderen als solches aufgefassten, am Afterpole gelegenen Körper, von welchem acht Nervenstränge abgehen sollen, nicht dargestellt. Ein körperlich umschriebenes und streng lokalisiertes Centralnervensystem ist bei den Rippenquallen überhaupt noch gar nicht vorhanden, vielmehr wird das Centralnervensystem repräsentirt durch zahlreiche Nervenzellen, welche über die ganze Aussenfläche des Körpers in der Gallerte verbreitet sind, jedoch so, dass ihre Anzahl gegen den Afterpol hin bedeutend zunimmt: diese Ansammlung von Nervenzellen am Afterpole deutet den Beginn einer engeren Lokalisierung und Concentration des Centralnervensystems an. Durch die Zusammensetzung aber aus Nervenzellen, d. i. Ektodermabkömmlingen, welche zeitlebens die ganze Aussenfläche des Körpers einnehmen, schliesst sich dasselbe, entsprechend der niederen Stellung der Rippenquallen, in seiner Ausbildung unmittelbar an jene embryonalen Zustände an, welche bei sämtlichen Metazoën so lange bestehen, als ein umschriebenes centrales Nervensystem sich aus dem äusseren Keim-

1) Zoologische Studien auf Capri. I. Ueber Beroë ovatus, ein Beitrag zur Anatomie der Rippenquallen, Leipzig, Engelmann 1873.

blatte noch nicht abgeschnürt hat, so lange nämlich als das letztere selbst dieses Organsystem vertritt. Dabei ist also als selbstverständlich vorausgesetzt, dass die in der Gallerte von Boroë gelegenen Nervenzellen in diese eingewanderte Ektodermzellen seien¹⁾. Eine Verbindung zwischen ihnen und dem Epithel habe ich an den höheren Sinnesorganen, wo sie als unzweifelhaft bestehend von vornherein angenommen werden darf, nicht festgestellt. Die Zugehörigkeit des unter den letzteren am aboralen Körperpole gelegenen, früher als Gehirn bezeichneten Knotens zum Nervensystem schloss ich nicht aus, belegte ihn daher einstweilen mit dem Namen „Sinneskörper“, durfte sie aber auf Grund meiner histologischen Untersuchung nicht positiv behaupten. Nach meinen inzwischen an Medusen erlangten Ergebnissen glaube ich jenes Gebilde als ein Sinnesganglion auffassen zu dürfen, welches zwischen die höheren Sinnesorgane und die grösste Anhäufung der Gehirnzellen eingeschaltet sein würde²⁾. Eine Verbindung

1) Vergl. Kowalewsky, Entwicklungsgeschichte der Rippenquallen Mém. de l'Acad. de St. Pétersbourg, 7. Sér. X. Bd. 1866. S. 7 u. a.

2) Am Schlusse der Beschreibung der den Sinneskörper zusammensetzenden Elemente bemerkte ich in der Abhandlung über Beroë bezüglich desselben: „So sehr nahe es liegt, diesen Körper, wenn auch nicht als Gehirn, so doch wenigstens als spezifisches Sinnesganglion aufzufassen — ich dürfte ihm auf Grund meines anatomischen Befundes nicht einmal diese Bedeutung zugestehen“ — weder konnte ich am Protoplasma seiner Zellen Ausläufer, noch an den Kernen Eigenschaften von Nervenkernen erkennen. In Beziehung auf diese Aeusserung habe ich mich in meinem Buche über das Nervensystem der Medusen („Die Medusen, physiologisch und anatomisch auf ihr Nervensystem untersucht“, Tübingen. H. Laupp 1878) in folgender Weise ausgesprochen (S. 4): „Durch diese bedingte Ausdrucksweise wollte ich meinem Urtheil in Betreff der endgültigen Entscheidung eine gewisse Reserve auferlegt wissen. Das Lagerungsverhältniss des Körpers zu den Sinnesorganen und die Unmöglichkeit, ihm irgend andere Bedeutung, wenn nicht die eines Sinnesganglion zuzuschreiben — wesshalb ich ihn auch als „Sinneskörper“ bezeichnete — veranlassten zu solcher Reserve. In einem oder dem anderen Referate meiner Angaben ist kurzweg gesagt, dass ich „das Ganglion nicht anerkenne“ oder selbst, dass ich dasselbe leugne. Daraus möchten Dritte schliessen, ich leugne die Existenz des Sinneskörpers selbst, während ich in Wirklichkeit nur nicht im Stande war, seine Zellen als Nervenzellen zu erkennen. Jetzt, seitdem ich die bezüglichen Verhältnisse bei den Medusen untersucht habe, möchte ich vermuthen, dass in dem Sinneskörper doch Nervenzellen gesucht werden müssen, welche morphologisch kaum als solche gekennzeichnet zu sein brauchten,

zwischen Epithel- und Nervenzellen, auf die genetische Verwandtschaft beider hinweisend, ist übrigens auf der ganzen Aussenfläche des Körpers zu erkennen, indem die letzteren feine Nervenfäden zum Epithel senden, während sie andererseits, Neuromuskelfasern bildend, wieder mit den Muskelfasern in Continuität stehen. Abgesehen davon, dass zahlreiche, mit Muskeln und mit Nervenzellen zusammenhängende Nervenfasern die Gallerte durchziehen, verlaufen unter den acht Schwingplättchen ebenso viele Züge von Nervenfäden, nicht aber acht Nervenstränge im Sinne jener der höheren Thiere, wie sie früher angenommen worden waren. Solche Nervenstränge kommen überhaupt bei *Beroë* nicht vor.

Diese und andere Befunde über das Nervensystem von *Beroë* veranlassten mich, auch die Medusen in den Bereich meiner Untersuchung zu ziehen. Während mehrerer Jahre fortgesetzte Studien ergaben mir hier die Feststellung von Verhältnissen, welche im Wesentlichen den dort erkannten durchaus entsprechen¹⁾: überall fand ich ein blattartig über den Körper verbreitetes Centralnervensystem, welches bei der einen Gruppe der Medusen, bei den *Craspedoten*, die ich deshalb als *Cycloneure* bezeichnete, am Schirmrande, bei der anderen, den *Acraspedoten*, die ich deshalb *Toponeure* nannte, in der Nähe der Randkörper seine grösste Ausbildung besitzt, ebenso wie diese bei *Beroë* in der Nähe des Afterpols erfolgt ist. Die Nervelemente stehen vielfach ausgezeichnet deutlich mit dem Epithel in einer Verbindung, welche genetische Beziehungen unmittelbar erkennen lässt.

Zur Vergleichung mit den Rippenquallen sind besonders

deren Ausläufer sehr schwer nachzuweisen sein könnten, denn ähnliche Nervenzellen finden sich in den die Sinnesorgane tragenden Anschwellungen des Nervenringes von *Craspedoten* und sehr niedrig gebildete reichlich auch auf den Randkörpern der *Acraspedoten*. Es würde dann der Sinneskörper ein Sinnesganglion bilden“.

1) Vergl. Th. Eimer: „Die Medusen“ etc. ferner:

Ueber künstliche Theilbarkeit von *Aurelia aurita* und *Cyanea capillata* in physiologische Individuen, Verh. d. physikal. med. Gesellsch. zu Würzburg, N. F. VI. Bd. und „Zoologische Untersuchungen“, I. Heft, Würzburg. Stahel, 1874.

Ueber künstliche Theilbarkeit und über das Nervensystem der Medusen, Vortrag, gehalten am 21. Sept. 1877 in der zoolog. Section der 50. Vers. deutscher Naturforscher und Aerzte zu München. Tageblatt dieser Versammlung und Archiv f. mikr. Anatomie. Bd. XIV.

die Toponeuren lehrreich, weil bei beiden die Nervenzellen in der Gallerte gelegen sind und mit der Entfernung von den Sinnesorganen allmählig an Anzahl abnehmen: der Unterschied ist nur der, dass die Anhäufung von Nervenzellen bei Beroë nur eine einzige ist und am Afterpole liegt, während bei den Toponeuren, entsprechend der Achtzahl der am Schirmrande gelegenen Sinnesorgane, deren acht in der Nähe jener Körpergegend gefunden werden. In beiden Fällen sind die Nervenzellen morphologisch schwer als solche zu erkennen: bei den toponeuren Medusen haben dieselben sogar, soweit sie in der Gallerte in der Umgebung der Sinnesorgane angehäuft sind, so grosse Aehnlichkeit mit den gewöhnlichen amöboiden Zellen des Gallertgewebes, dass sie vorzüglich — abgesehen von zuweilen an ihnen auftretenden varikösen Ausläufern — nur durch die Eigenschaft morphologisch von denselben zu trennen sind, dass sie sich auf Zusatz von Reagentien nicht wie jene kugelig zusammenziehen, vielmehr ihre verästelte Gestalt, die Fortsätze weithin austreckend, beibehalten¹⁾. Es stimmt nun zwar solcher Befund mit gebotenen Voraussetzungen durchaus überein, denn so wenig als irgendwelche Funktion in der Thierreihe plötzlich in vollendeter Ausbildung auftritt, so wenig können Gewebe, die Vermittler der Funktion, überall in der charakteristischen, vollkommenen Entwicklung sich finden, wie wir sie bei den höheren Thieren kennen. Da die Funktion die Ausbildung der Gewebe bedingt, so muss vielmehr erwartet werden, dass da, wo jene nur eine wenig bedeutende ist, auch die Ausbildung der Gewebe eine sehr wenig charakteristische sei und so müssen wir nothwendig bei tiefstehenden Thieren eine äusserst geringe Differenzirung der Gewebe finden, in der Art, dass die aus gemeinsamer Anlage hervorgegangenen, funktionell verschiedenen thätigen Gewebe morphologisch wenig unterschieden sind. Dadurch muss die Histologie der niedersten Thiere ein sehr schwieriges Studium werden, welches nur auf Grund mühevoller, vorsichtiger Untersuchung zu richtigen positiven Schlüssen führen kann. Bei der geringen Entwicklung des Nervenlebens, welche die Quallen zeigen, war speciell eine geringe Differenzirung der Gewebselemente des Nervensystems gerade bei diesen Thieren zu erwarten und ist es denn die interessante Frage nach den Anfängen der Ausbildung eines Nervensystems im Thierreiche über-

1) Vergl. „Die Medusen“ etc. Taf. IV, V und VI.

haupt gewesen, welche mich zu den bezüglichen Untersuchungen eben an diesen Formen geführt hat.

Stand nun auch der von mir erzielte Befund durchaus in Uebereinstimmung mit den genannten Voraussetzungen, so musste doch das physiologische Experiment eine willkommene, selbst eine nothwendige Probe für denselben abgeben. Bei den toponeuren Medusen, wo die Nervenzellen gegenüber den sogenannten Bindegewebszellen der Gallerte kaum eine positive morphologische Eigenschaft zur Unterscheidung darbieten, wo ich also durch die morphologische Untersuchung zu entscheidenden Resultaten gar nicht kommen konnte, verband ich das Experiment von vornherein schon mit derselben und liess mir durch seine Antworten die Punkte bezeichnen, an welchen centrale Thätigkeit vorzüglich ihren Sitz haben muss. Fand ich bei den toponeuren Medusen noch Eigenschaften der Nervenzellen, welche diese von anderen Zellen des Gallertgewebes unterscheiden lassen, so hat es mir der Erfolg der Experimente doch als sicher dargestellt, dass auch Zellen des Körpers, welche morphologisch in keiner Weise sich mehr als Nervenzellen ausweisen, mit als Nervenzellen funktioniren müssen. Ist es natürlich und selbstverständlich, dass sich in denjenigen Theilen des Körpers niederer Thiere, welche die Funktionen des Nervensystems vorzüglich üben, auch die mit dieser Funktion betrauten Zellen allmählig derart spezifisch gestalten, dass sie sich morphologisch als Nervenlemente zu kennzeichnen beginnen, so dürfen wir erwarten, dass es Thiere gibt, bei welchen selbst dieser Beginn morphologischer Differenzirung noch nicht eingetreten ist, bei welchen also Zellen, die äusserlich absolut Bindegewebszellen gleichen oder dass einfach Epithelzellen die Nervenzellen darstellen. Vielleicht dürfte es so bei *Hydra* sein, wo kein ektodermaler Theil des Körpers nach Zerschneiden desselben in Stücke anderen gegenüber eine qualitative Präponderanz in Beziehung auf die Funktionen des Nervensystems zu zeigen scheint und wo morphologisch als solche erkennbare Nervenzellen bis jetzt wenigstens nicht nachgewiesen worden sind. Und ebenso nimmt der Organismus der Spongien wohl eine entsprechende physiologische Stellung ein.

Ist bei niedersten Metazoen jedenfalls eine morphologische, da und dort vielleicht selbst eine physiologische Gleichwerthigkeit der ektodermalen Theile des Körpers in Rücksicht auf das Nerven-

system zu erwarten, so ist dieselbe bei den Medusen, wie die von mir angestellten Zerschneidungsversuche beweisen, nicht mehr vorhanden. Es haben diese Versuche eine vollständige Bestätigung meiner morphologischen Befunde ergeben und ist die Berechtigung der Schlüsse, welche ich auf diese Befunde gegründet habe, durch das Experiment unzweifelhaft festgestellt. In Beziehung auf die einzelnen Ergebnisse muss ich auf den Inhalt meines jüngst erschienenen Buches verweisen.

Für Beroë fehlte bisher noch eingehende Prüfung des anatomischen Befundes durch das Experiment. Die wenigen Versuche, welche ich an diesem Thiere gelegentlich gemacht hatte, sprechen allerdings für die Richtigkeit meiner Auffassung der anatomischen Verhältnisse. Auf Grund derselben habe ich mich schon früher folgendermassen äussern können¹⁾. „Einige wenige Experimente, die ich gelegentlich an Beroë gemacht habe, ergaben Resultate, welche ebenso sehr für die Berechtigung des zwischen dem Nervensystem beider Gruppen von Quallen (Medusen und Rippenquallen) gezogenen Vergleichs sprechen, als sie speciell die Berechtigung meiner Auffassung vom Nervensystem der Ctenophoren stützen. Seitdem ich die Randkörper der Toponeuren in ihrem feineren Baue kennen gelernt hatte, wurde mir, wie früher bemerkt, mehr und mehr wahrscheinlich, dass der von mir sogenannte „Sinneskörper“, das von Anderen sogenannte Gehirn der Rippenquallen, ein Sinnesganglion sei, trotzdem ich früher nicht im Stande gewesen war, seine Zellen als Nervenzellen zu erkennen. Wenn ich auch seitdem zu einer Untersuchung des Körpers nicht wieder gekommen bin, so wurde ich doch in meiner Auffassung dadurch bestärkt, dass ich bei meiner letzten Anwesenheit in Neapel (Herbst 1877) an jungen Beroë's, die ich als Ganzes unter das Mikroskop legen konnte, Züge von Nervenfasern beobachtete, welche sich in die acht schon früher von mir beschriebenen, unter den Schwingplättchen verlaufenden Nervenfasern²⁾ fortsetzten. Ob und in welcher Weise diese Nervenfasern mit derselben von Anderen beschriebenen Einrichtung zusammenzustellen seien und in welcher Beziehung sie zu den Nervenzellen des Gallertgewebes insbesondere am Afterpole stehen, werde ich bei nächster Gelegenheit zu prüfen

1) „Die Medusen“ etc. S. 276 und 277.

2) Soll statt Nervenfasern heissen: Züge solcher Fasern.

haben. Dass aber die Bewegungen der Schwingplättchen von dem Sinnesganglion nicht abhängig sind, sondern von den Nervenzellen des Gallertgewebes, haben mir einige gelegentliche Experimente auf das Deutlichste gezeigt: schnitt ich eine *Beroë* in ihrer halben Höhe quer durch, so hörten die Bewegungen der Schwingplättchen beider Hälften eine Zeit lang auf. Bald aber begannen sie wieder, zuerst und weit lebhafter und von vornherein regelmässiger an der oberen, dann aber auch an der unteren: hier anfangs unregelmässig, wenig coordinirt, aber bald regelmässig und rasch wie dort. Durchschnitt ich die obere Hälfte abermals quer durch, so ergaben sich dieselben Erscheinungen, wieder mit demselben bezüglichen Unterschied in den beiden Theilstücken: das untere erholte sich später als das obere. Ein Schüler von mir, Herr Retzer, hat kürzlich diese Experimente mit demselben Erfolge gemacht. Ich selbst hoffe bald in der Lage zu sein, ausgedehntere Versuche an Rippenquallen anstellen zu können, füge indessen hier noch an, dass auch die Art des Absterbens von *Beroë* vollkommen mit dem für *Aurelia aurita* beschriebenen Vorgange übereinstimmt, indem dasselbe am oralen Körper beginnt und gegen das Centralnervensystem hin fortschreitet“.

Inzwischen ist mir Gelegenheit geworden, einige weitere Experimente anzustellen, welche die Frage endgültig zu lösen geeignet sind und welche zugleich die Berechtigung meiner Auffassung der morphologischen Verhältnisse weiter befestigen und endgültig sicher stellen dürften. Die Versuche sind im April dieses Jahres in der zoologischen Station zu Neapel ausgeführt, in welcher ich mich in jenem Monate auf der Durchreise während einiger Tage aufgehalten habe.

Bevor ich zur Schilderung derselben übergehe, sei mir gestattet, Einiges über die Mittel zu sagen, durch welche die Rippenquallen ihre Ortsveränderung bewirken.

Ortsveränderungen von *Beroë*.

Bekanntlich sind über diese Frage sehr verschiedene Ansichten laut geworden. Die Einen betrachteten die Bewegung der Schwingplättchen als die ausschliessliche Ursache der Ortsveränderung (Eschscholz), Andere wollten ihnen gar keine oder nur eine be-

schränkte Theilnahme an derselben zuschreiben (Lamarck, Lesson, Quoy & Gaimard, Mertens, Will, L. Agassiz, Fol) und lassen sie wesentlich durch die Contractionen der Muskulatur besorgt werden. Will kam zu solcher Auffassung nicht allein durch die einfache Beobachtung, sondern auch auf experimentellem Wege. Er behauptet, dass sich nur junge Thiere mit Hilfe der Schwingplättchen, die erwachsenen dagegen mittelst der Muskulatur bewegen — vielleicht durch äusserst kurze und kaum sichtbare Contractionen derselben, nach der Art, wie z. B. Wasserschnecken an der Oberfläche des Wassers hinzukriechen vermögen. Beim erwachsenen Thiere haben die Schwingplättchen keinen Einfluss auf die Ortsbewegung, denn sie schlagen immer nach derselben Richtung, nach der Aftergegend, mögen die Thiere mit dem Munde oder mit dem After vorausschwimmen. Oft sieht man, dass sie sich nicht von der Stelle bewegen, während doch die Schwingplättchen unaufhaltsam schwingen. Die zwei Hälften einer durchschnittenen Berö endlich bewegten sich auch dann noch, wenn die Ruderchen über das Wasser hervorragten und selbst dann noch, nachdem dieselben abgeschnitten waren. Gegen die Annahme, dass die Schwingplättchen die Ortsveränderung vermitteln, spreche endlich die Thatsache, dass bei manchen Gattungen nur die um den Mund stehenden Tentakeln (Calymna), bei anderen nur die Seitenlappen (Axiotima) mit Schwingplättchen versehen seien. Auch Fol bemerkt, dass er nie durch die Ruder allein eine Ortsveränderung habe erfolgen sehen. Gegen eine ortsverändernde Wirkung der Bewegung der Schwingplättchen spreche die Thatsache, dass das Ruder nach jedem Schlage in seine ursprüngliche Lage zurückkehren müsse, ehe es einen zweiten Schlag ausführe. Da es aber starr und nach der einen Richtung nicht biegsamer ist als nach der anderen, so müsse die Wirkung des Schlages jedesmal fast vollkommen wieder vernichtet werden. Dazu komme noch, dass die halbkreisförmige Schwingung, welche jedes einzelne Schwingplättchen macht, für die Vorwärtsbewegung des Thieres auch deshalb nur theilweise in Betracht kommen könne, weil ein grosser Theil ihrer Wirkung senkrecht zur Körperoberfläche gerichtet ist. Auch L. Agassiz schrieb den Schwingplättchen wesentlich nur die Bedeutung für die Ortsveränderung zu, dass ihre Bewegung den Ctenophorenkörper um die Queraxe zu drehen vermöge und ebenso meint Bronn, dass dieselben besser zur Drehung

des Körpers um irgend eine ideelle Axe, als zur Propulsion angeordnet seien.

Das übereinstimmende, meist auf Grund direkter Beobachtung abgegebene Urtheil so hervorragender Forscher und das Einleuchtende der Mehrzahl der theoretischen Beweisgründe veranlasste mich, ohne dass ich selbst die Frage am lebenden Thiere geprüft hätte, gleichfalls der Ansicht zu huldigen, dass die Schwingplättchen eine bedeutende Rolle bei der Ortsbewegung der erwachsenen Rippenquallen nicht spielen, sondern, dass ihnen hauptsächlich nur die Aufgabe zufalle: 1) den Quallenkörper schwebend im Wasser erhalten zu helfen; 2) denselben um seine Queraxe zu drehen¹⁾. Ich war um so mehr zu solcher Ansicht geneigt, als es mir gelungen war, ein ausserordentlich reich gegliedertes Muskelsystem bei unsern Thieren aufzufinden, welchem billig a priori eine Theilnahme an der Lokomotion zugeschrieben werden mochte. Ich war daher, als ich zuerst im Herbst 1877 Gelegenheit fand, die Erscheinungen der Ortsveränderung an lebenden Beroë's genau zu verfolgen, nicht wenig erstaunt zu sehen, dass es bei einigermaassen aufmerksamer Beobachtung ein Leichtes ist, zu erkennen, wie dieselbe, im Gegensatz zu jenen Angaben, unzweifelhaft durch das Schlagen der Schwingplättchen bewirkt wird.

Die theoretische Erwägung von Fol, welche mir an sich sehr einleuchtend zu sein schien, nämlich dass die ortsverändernde Wirkung der Ruderplättchen durch die Rückkehr derselben in die Ruhelage aufgehoben werden müsse, ist nicht stichhaltig, indem die active, eben die Ortsveränderung vermittelnde Bewegung derselben rascher und kräftiger geschieht als die Rückkehr in die Ruhe, übereinstimmend mit der Darstellung, welche kürzlich von anderer Seite von dem Vorgange gegehen worden ist²⁾. Beroë schwimmt gewöhnlich so, dass die Mundöffnung vorangeht. Die Schwimmpplättchen, wie wir sie mit Recht nennen können, schlagen rasch und kräftig in der Richtung nach dem Afterpole hin und kehren langsamer in die Lage zurück, welche sie vor dem Beginne des Ruderschlages inne hatten. Stets wird eine Anzahl von Schwimmpplättchen einer Reihe ungefähr gleichzeitig von dem Im-

1) Beroë S. 45 ff.

2) Dr. Carl Chun, das Nervensystem und die Muskulatur der Rippenquallen. Abhandlungen der Senckenbergischen Gesellschaft XI. Bd. 1878.

puls der Action ergriffen, zuerst gewöhnlich die dem Afterpole zunächst liegenden; während ihre mehr mundwärts gelegenen Nachbarn sie ablösen, hört ihre Thätigkeit auf und so pflanzt sich die Erregung wellenartig gegen den Mund hin fort. Noch ehe die dem Mundrande zunächst stehenden Plättchen ergriffen sind, hat sich eine zweite, eine dritte Welle vom Afterpole an oralwärts bewegt, eine der anderen folgend, ähnlich dem Fluss des Wassers eines schnell über Steine dahinfließenden Baches. Gewöhnlich geschieht die Bewegung in allen Reihen von Ruderplättchen synchronisch, allein es ist das Thier im Stande, sie auf eine beliebige Anzahl derselben zu beschränken und überhaupt sie zu variiren.

Durch solche Variation in Ausdehnung, Richtung und Stärke der Bewegung der Schwimmlättchen der einzelnen Reihen oder von Theilen derselben wird allerdings eine Drehung des Körpers nach verschiedenen Richtungen hin möglich sein.

Auffallend ist ferner, dass in der That die Bewegung häufig sehr lebhaft im Gange ist, ohne dass das Thier sich von der Stelle bewegt, — was deutlich dafür spricht, dass dem Flimmern ausser der Aufgabe der Ortveränderung auch jene der Vermittelung der Athmung in hervorragendem Maasse zukommt — und jetzt wird allerdings wohl die Rückbewegung der Plättchen so stark sein müssen wie die Hinbewegung, so dass beide einander in der Wirkung aufheben.

In der Einleitung zu meiner Schrift über Beroë habe ich bedauert, dass ich nicht nur versäumte, eigene Beobachtungen zu machen über die Art der Bewegung des Thieres in Beziehung auf das von mir beschriebene complicirte Muskelsystem, gegenüber der Annahme, welche die Schwingplättchen als Bewegungsorgan betrachtet, sondern auch in gleichem Sinne in Rücksicht auf das Vermögen desselben, sich willkürlich sinken zu lassen.

In diesem Frühjahr am lebenden Thiere gemachte Wahrnehmungen haben mir nun gezeigt, dass jenes Sinken stattfinden kann, ohne dass die Bewegung der Schwimmlättchen aufhört oder eine deutlich wahrnehmbare Aenderung erleidet. Andererseits ergab sich, dass die Thiere ebensowohl unmittelbar unter der Oberfläche des Wassers ruhend sich erhalten können, während ihre Schwimmlättchen absolut stille stehen, wie sie in irgendwelcher Höhe des Wassers oder auf dem Boden des Gefässes zu schweben vermögen, ohne sich von der Stelle zu bewegen, während die Thätigkeit der Schwimmlättchen die lebhafteste ist.

Es beweisen diese Thatsachen auf das Bestimmteste die Berechtigung meiner Ansicht, dass die Rippenquallen im Stande sind, sich im Wasser sinken zu lassen oder darin emporzusteigen — allein durch willkürliche Aenderung ihres specifischen Gewichts¹⁾ und ohne Zuhilfenahme irgendwelcher Bewegungsorgane.

Auch für die Medusen habe ich auf dasselbe Vermögen, unter Zugrundelegung derselben Erklärung aufmerksam gemacht²⁾. Fortgesetzte bezügliche Beobachtungen, welche ich bei diesen Thieren anstellen konnte, in Verbindung mit Bestimmungen des specifischen Gewichts, erweisen auch für sie jene Erklärung als begründet nach — die Ergebnisse werde ich im Einzelnen in einer folgenden Abhandlung mittheilen. Hier sei nur auf die interessante, von mir schon früher bekannt gegebene Thatsache besonders hingewiesen, dass das Vermögen, sich willkürlich steigen oder sinken zu lassen, nicht nur ganzen Thieren, sondern auch Theilstücken derselben, und zwar gleichviel welchen Körpertheil diese darstellen, — wenn auch nur bis zu gewisser Grösse — zukommt und dies gilt sowohl für die Medusen wie für Beroë.

So sah ich u. A. wie ein Theilstück einer Beroë, welches etwa den dritten Theil des Ganzen darstellte und zwar den aboralen Abschnitt, sich einige Zeit, nachdem es vom Ganzen losgetrennt war, mit nach abwärts gerichtetem Afterpole sinken liess, während die Bewegung der Ruderplättchen sehr lebhaft fort dauerte. Darauf hob es sich wieder in derselben Stellung verharrend, ohne dass ich gegen vorher einen Unterschied in der Art jener Bewegung zu bemerken im Stande gewesen wäre³⁾.

Will das Verhalten der Bewegung der Ruderplättchen nach experimentellen Eingriffen in den Organismus mit als Zeugniß für den Sitz des Centralnervensystems benutzt werden, wie dies im Folgenden geschehen soll, so muss vorher die Frage entschieden sein, ob diese Bewegung nicht etwa ausschliesslich eine unwillkürliche, von der Anregung eines Centralapparates unabhängige sei. Für die Medusen habe ich hervorgehoben, dass ihre Schirmcontractionen gewöhnlich unwillkürlich, und zwar zum Zweck der

1) Beroë, S. 48 ff.

2) Zoologische Untersuchungen S. 53 und 54, bezw. Verh. d. Würzb. physikal. med. Gesellschaft a. a. O. und „Die Medusen“ S. 25 und 26.

3) Man vergleiche hiezu auch im Folgenden S. 233.

Athmung und der Nahrungsaufnahme geschehen, dass sie aber nach Bedürfniss vom Willen in die Hand genommen und zur Ortsveränderung benutzt werden können. Ganz dasselbe gilt offenbar für die Bewegung der Schwimmlättchen der Rippenquallen: dieselbe kann unwillkürlich stattfinden zum Zweck vielleicht auch der Nahrungsaufnahme, jedenfalls aber der Athmung und willkürlich zum Zweck der Lokomotion. In meiner Abhandlung über Beroë bemerkte ich in dieser Beziehung¹⁾: „Die gewöhnlichen, regelmässigen der Bewegungen sind offenbar unwillkürliche. Sie dauern an abgerissenen Stückchen der Körpersubstanz noch lange Zeit ganz in derselben Weise wie am lebenden Thiere fort. Sie können aber willkürlich von dem Thiere modificirt, nach Bedürfniss „verlangsamt oder beschleunigt oder völlig unterbrochen, auf die Plättchen aller Rippen ausgedehnt oder auf die einer einzigen beschränkt werden“, wie sich Will ausdrückt. Diesen entsprechende Angaben finden sich schon bei Eschscholz und sind dieselben leicht an lebenden Thieren zu constatiren.“ Nachdem der Bewegung der Schwimmlättchen unzweifelhaft die Aufgabe zugeschrieben werden muss, die Ortsveränderung zu vermitteln, ist diese Darstellung in der Weise zu modificiren, dass gesagt wird: „Die regelmässigen Bewegungen, welche ausgeführt werden, während der Körper sich nicht von der Stelle entfernt, sind unwillkürliche“. Dass das Thier thatsächlich im Stande ist, die Bewegung der Schwimmlättchen in der mannichfaltigsten Weise zu modificiren, wurde schon oben bemerkt und dies will ja nichts Anderes heissen, als dass dieselben dem Willen, d. i. dem Centralnervensystem unterworfen werden können. Specielle Beweise hiefür werden noch aus den Ergebnissen meiner Experimente hervorgehen. Somit werden wir unzweifelhaft die Folgen der Eingriffe in dem Organismus, welche sich auf einen Theil der Bewegungen der Schwimmlättchen, auf die willkürlichen beziehen, als Beweise für die Wirksamkeit des Centralnervensystems verzeichnen dürfen. Da die Bewegung nun aber thatsächlich dem Einfluss des Nervensystems unterworfen ist, so wird man sie, sofern sie unwillkürlich ausgeübt wird, mehr als eine automatische, denn als eine Bewegung nach Art der gewöhnlichen Flimmerbewegung auffassen müssen. Somit werden wir auch die Wir-

1) S. 45.

kungen, welche experimentelle Eingriffe in den Organismus auf die unwillkürliche Bewegung ausüben, für die Beurtheilung des Centralnervensystems verwerthen dürfen.

Obschon ich die von Fol gegen die Auffassung der Bewegung als Schwimmbewegung vorgebrachten Gründe nicht als stichhaltig anerkennen konnte, habe ich mich doch schon in meiner Abhandlung über *Beroë* in obigem Sinne ausgesprochen: die vorzuführenden Experimente werden weitere Anhaltspunkte in demselben geben.

Experimente.

Die von mir an *Beroë* angestellten Zerschneidungsversuche gebe ich in Folgendem in der Weise wieder, dass ich dieselben so wie ich sie successive an einem und demselben Thiere ausgeführt habe, unter Schilderung der auf sie folgenden Erscheinungen mittheile. Vorausgeschickt muss dabei werden, dass die operirten Thiere nicht in den Aquarien der zoologischen Station, sondern in Gläsern gehalten wurden, deren Wasser Morgens und Abends erneuert worden ist. Ich hebe dies hervor, weil die Lebenserscheinungen der Theilstücke, deren Energie schon unter den gegebenen Verhältnissen eine sehr bedeutende war, unter günstigeren Bedingungen noch lebhafter in dem Sinne sprechen dürften, in welchem ich sie verwerthen will, obgleich sie auch so schon an Beweiskraft kaum zu wünschen übrig lassen werden.

Versuch A. Erster Tag. Morgens 10 Uhr schnitt ich 5 *Beroë*'s in der Weise zweimal quer durch, dass drei gleich hohe Stücke aus jeder derselben gebildet wurden, deren eines (a) den Afterpol, deren anderes (c) den Mundpol enthielt, während das dritte (b) den mittleren Abschnitt des Körpers repräsentirte (vgl. Fig. 1). Dabei ist a selbstverständlich weit unterhalb der Flimmerinnen abgetrennt, so dass selbst diese, vom Sinneskörper und dessen Nachbarschaft ganz abgesehen, durchaus in seinen Bereich fallen. Dasselbe gilt für Versuch B.

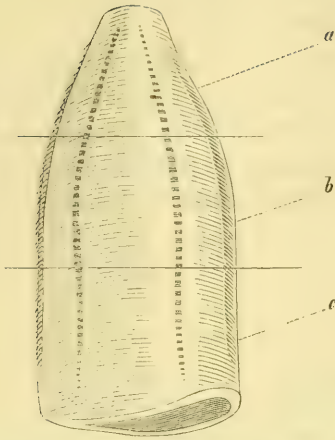


Fig 1.

alle Theile wieder in lebhafter Bewegung: a bewegte die Ruderehen allerdings am lebhaftesten und einige b und c entsprechende Stücke zeigten keine Bewegung.

Darauf schnitt ich von den verschiedenen Theilen kleine Stückchen ab. Die Schwimmlättchen dieser Stückchen waren unmittelbar nach der Operation durchaus bewegungslos, nach zwei Stunden aber fand ich auch an ihnen wieder lebhafte Bewegung.

Zweiter Tag: Früh Morgens waren die Ruderehen fast überall, besonders auch an den kleinen Stückchen, wieder in Bewegung — nur an einigen der letzteren fehlte dieselbe.

Dritter Tag, Morgens 10 Uhr: An allen Theilen und Stückchen zeigen die Schwimmlättchen, selbst bevor das Wasser, in welchem sie die Nacht über sich befunden haben, erneuert worden ist, lebhafte Bewegung.

An dem den mittleren Theil einer Beroë darstellenden Rohrstücke zeigt sich die eigenthümliche Erscheinung, dass die Rudereplättchen einer Reihe in umgekehrter Richtung schwingen, als diejenigen der übrigen und zwar geschieht die Bewegung hier nicht minder lebhaft wie dort und wie dort in rasch aufeinander folgenden Wellen. Ueberall sonst ist an den Theilstücken Bewegung in derselben Richtung zu beobachten, in welcher die Plättchen am ganzen Thiere schwingen: die Wellen gehen von der Gegend, welche im ganzen Thiere aboral gelegen hatte, aus oralwärts.

Mit der Durchschneidung hörte in allen Theilen aller fünf Thiere die Bewegung der Ruderplättchen durchaus auf, nach kurzer Zeit aber begann dieselbe wieder lebhaft und zwar überall nur in Stücken, welche den Afterpol führten, also in Stücken, welche a Fig. 1 entsprechen. Bald darauf trat sie auch ein in Stücken, welche b und c entsprechen, hörte aber hier nach einiger Zeit wieder auf, während sie in a fort dauerte.

Als ich nach 4 Stunden von Neuem nachsah, fand ich fast

Die Ergebnisse dieses Versuchs stimmen somit durchaus mit jenen überein, welche ich, *Beroë* betreffend, nach früheren Erfahrungen schon in meiner Abhandlung über das Nervensystem der Medusen bekannt gegeben habe. So oft ich ihn auch ausserdem wiederholte, stets zeigte sich im Wesentlichen derselbe Erfolg. Immer hörte die Bewegung der Ruderplättchen nach der Durchschneidung einen Augenblick oder minutenlang, zuweilen selbst während einiger Stunden in den Theilstücken des Thieres auf, ohne Ausnahme aber trat sie wieder ein und zwar immer zuerst in dem den aboralen Pol tragenden Stücke und erst später in den übrigen. Gewöhnlich war sie in jenem nach ihrem Auftreten früher wieder zu der Lebhaftigkeit gediehen, welche sie am ganzen Thiere gehabt hatte, als an anderen Körperabschnitten — ja an manchen dieser anderen Abschnitte oder an Stückchen derselben blieb die Bewegung beständig langsamer, auch wohl unregelmässiger als sie am ganzen Thiere gewesen war: die meisten Theilstücke dagegen erholten sich vollkommen und des Afterpols entbehrende Hälften von *Beroë* schwammen gewöhnlich bald durchaus wie ein ganzes Thier umher, reagirten auf Reize vollkommen wie ganze Thiere und schienen ihnen, was psychisches Vermögen anbetrifft, durchaus nicht nachzustehen.

Versuch B. Erster Tag: An einer *Beroë* durchtrennte ich eine der Schwimmpfättchenreihen, sammt ihrer Unterlage, indem

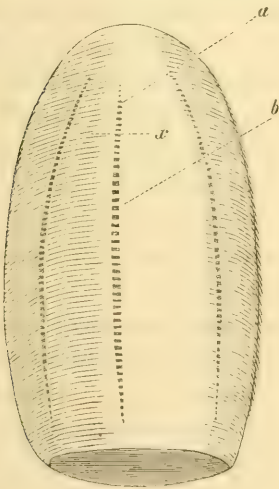


Fig. 2.

ich etwa 2 cm unterhalb des Afterpols, an der Stelle x, Fig. 2, in den Körper des Thieres mit der Scheere einschneide. Die Bewegung der Ruderplättchen hörte einen Augenblick am ganzen Thiere auf. Dann trat dieselbe zuerst wieder an den unverletzten Schwimmpfättchenreihen ein, darauf im oberen Abschnitte der durchschnittenen Reihe (a) und zuletzt in deren unterem Abschnitte (b).

Nachdem sie überall wieder hergestellt war, liess sich erkennen, dass sie in beiden

Bezirken, oberhalb und unterhalb des Schnittes der operirten Reihe unabhängig stattfand. In a wie in b war sie lebhaft, ja in b konnte sie lebhafter auftreten als in a. Die Richtung geschah in beiden Abschnitten oralwärts, die Bewegung zeigte die normale, rasche Aufeinanderfolge von Wellen, wie sie an unverletzten Thiere zu beobachten sind. Die Thatsache, dass letztere in beiden Abschnitten unabhängig war, liess sich nicht nur durch den Augenschein feststellen, sondern auch ganz besonders noch durch den folgenden Versuch: Berührte ich leicht mit einer Nadel den oberen Abschnitt der Ruderplättchenreihe a, so sistirte derselbe sofort die Bewegung auf einen Augenblick, während dieselbe in b ganz wie vorher fort dauerte — und ganz eben so konnte sie durch Berührung des unteren Abschnittes in b sistirt werden, während sie in a fort dauerte. — Hatte nach der Operation die Wellenbewegung in der Weise stattgefunden, dass die Wellen in a vom oberen Pole bis zur Schnittfläche liefen und sich nicht über x fortsetzten, während unterhalb von x ganz selbständige Wellen, unabhängig von den in a herablaufenden, begannen und oralwärts zogen, so hatte es 8 Stunden später für das Auge den Anschein, als ob die Continuität zwischen a und b wiederhergestellt sei, als ob continuirliche Wellen, von der Gegend des Afterpols ausgehend, durch a über x nach b und bis gegen den Mundrand hin sich fortpflanzten. Es zeigte sich aber, dass wenn b mit der Nadel berührt wurde, dass dann die Bewegung in diesem Abschnitte sistirt wurde, nicht aber in a. Also war ein gewisser Grad von Unabhängigkeit in der Thätigkeit beider Theile doch noch vorhanden. Berührte ich dagegen a ebenso wie vorhin b, so wurde die Bewegung in a nicht mehr allein sistirt, sondern in a und in b. Demnach war die Continuität doch nahe völliger Wiederherstellung.

Drei Stunden vorher war es noch möglich gewesen, durch Berührung auch die Bewegung in a zu sistiren.

Gegen Abend durchschnitt ich auch die sieben übrigen Schwimmlättchenreihen, indem ich von dem ersten Einschnitt aus einen leichten Zirkelschnitt um den ganzen Körper herumführte. Die Bewegung der Schwimmlättchen hörte jetzt am ganzen Thiere auf, zeigte sich aber alsbald wieder an dem schon heute früh operirten Radius und nach einiger Zeit auch an allen Radien-

stücken der Kuppe, zuletzt an den oralen Abschnitten der Radian — allein hier unregelmässig und wenig lebhaft.

Zweiter Tag. Morgens 10 Uhr traf ich alle Schwimmplättchen des gestern operirten Thieres in lebhafter Bewegung. Eine vollständige Continuität zwischen den oralen und den aboralen Abschnitten der Radian war indessen nicht überall hergestellt. An viere derselben schienen die Wellen zwar continuirlich in beiden zu sein: sie pflanzten sich über die Durchschnittsstelle augenscheinlich unmittelbar fort; in den anderen vier dagegen traten sie deutlich in jedem der beiden Abschnitte selbstständig auf, nur zuweilen machten sie in zweien unter ihnen gleichfalls den Eindruck des Continuirlichen — indessen ist es auch in diesen letzteren noch möglich, die Bewegung in den unteren Abschnitten durch Berührung zu sistiren, während sie in den oberen fordauert, nicht aber umgekehrt.

Den Versuch B habe ich an zahlreichen anderen *Beroë*'s mit verschiedenen Modificationen gemacht und im Wesentlichen stets mit demselben Erfolg. Stets trat allmälige Erholung, Wiederherstellung der Continuität der Bewegung in den einzelnen Radian ein, bis die Bewegung am operirten Thiere ganz ebenso vor sich ging, wie sie vor der Operation vor sich gegangen war.

Wiederholt zeigte sich aber auch die folgende Thatsache: wurde an einer *Beroë* einige Centimeter unterhalb des Afterpols ein Zirkelschnitt in der beschriebenen Weise um den Körperumfang gemacht, dann so lange abgewartet, bis die Flimmerung in den aboralen wie in den oralen Radianabschnitten wieder normal lebhaft war, ohne jedoch zwischen beiden vollkommen continuirlich zu sein und wurde jetzt das Thier in dem vorhin um dasselbe herumgeführten Zirkelschnitte durch Vertiefung dieses Schnittes vollkommen in zwei Theile getrennt, so dauerte, selbst unmittelbar nach der vollständigen Trennung die Bewegung in beiden Theilen durchaus ebenso fort, wie sie vor derselben stattgefunden hatte, ja es schwamm in solchem Falle der grössere, eine Röhre darstellende orale Abschnitt des Thieres munter davon, durchaus so, als ob er ein ganzes und unverletztes Thier wäre — gerade wie der Ast, z. B. eines Oleanderbaumes, nachdem man

ihn, so lange er noch an der Mutterpflanze wächst, durch Umlegen eines mit Erde gefüllten Topfscherbens an einer Stelle zum Wurzeltreiben gebracht hat, nach der unterhalb der Wurzel erfolgten Entfernung von der Mutterpflanze selbstständig weiter wächst.

Während die Bewegung der Schwimmplättchen an einem bisher unverletzten Thiere, welches man in zwei Hälften oder in mehrere Stücke schneidet, ja meistens selbst an einem Thiere, in welches man nur eingeschnitten hat, eine Zeit lang aufhört, lässt sich die Trennung, nachdem dieselbe in der beschriebenen Weise vorbereitet ist, vollenden, ohne dass die Abschnitte, in welche die Trennung erfolgt ist, auch nur Notiz von derselben zu nehmen scheinen: der beste Beweis dafür, dass die beiden Körperabschnitte vor der vollkommenen Trennung durchaus selbstständig sich verhalten hatten und dass das Wiedereintreten der Continuität der Schwimmplättchen auf einem secundären Verwachungsprocess oder auf nachträglich erfolgter Kräftigung secundärer, für die primären vicariirender Nervenbahnen erfolgen muss. Dass ein solches Vicariiren bei Medusen nach operativen Eingriffen stattfindet, habe ich (und hat später auch Romanes¹⁾) auf das Sicherste nachgewiesen und so ist wahrscheinlich, dass es sich auch bei Beroë in der Erholung um ein Ergreifen der Funktion durch ursprünglich nur wenig oder in anderem Sinne thätige, das Gallertgewebe durchziehende Nervenfäden handelt. Auf der anderen Seite aber scheint der Erfolg des Versuches zu beweisen dass in dem inneren, der Magenwand naheliegenden Bezirke des Gallertgewebes der Nervenreichthum zum Mindesten ein sehr geringer sei — wenn nicht die Sache so zu erklären ist, dass die Nervenverbindung beider Theilstücke, sobald der beide trennende Einschnitt in gewisser Tiefe erfolgt ist, allmählig absterben, empfindungslos werden und sich lösen kann, statt dass durch Erholung eine Wiederherstellung der Verbindung stattfindet. Zum Zwecke der Entscheidung dieser Frage müssen weitere Versuche mit Rücksicht auf die Tiefe des geführten Einschnittes, welche genügend zu beachten ich versäumt habe, und mit genauer Berücksichtigung der Stelle, an welcher eingeschnitten wird, ausgeführt werden.

Mag dem sein wie ihm wolle — ich werde auf die Erörte-

1) Philos. Transact. Roy. Soc. Vol. 166 und 167.

rung der Frage noch zurückkommen — im höchsten Grade bemerkenswerth ist die Thatsache, in welcher vollendeter Weise sich die Theile nach erfolgter Trennung gleich ganzen, unverletzten Thieren verhalten — vor Allem der orale Abschnitt, der doch des von Anderen für das Gehirn erklärten Theils, bezw. des Sinnesorgans, von welchem nach neuester Behauptung¹⁾ der Impuls zur Bewegung der Ruderchen ausgehen soll, entbehrt. Der nach dieser Ansicht enthirnte Rumpf ist in seinen Lebensäusserungen in keiner Weise von einem ganzen Thiere zu unterscheiden: die Bewegung der Schwimmlättchen findet ganz in derselben Weise, mit derselben Lebhaftigkeit und in derselben Stärke, wie am ganzen Thiere statt: es schwimmt der Torso mit der Mundöffnung voran und er reagirt auf Reize ebenso wie die unverletzte *Beroë*. Ja, es möchte sich ergeben, dass solche Krüppel nicht nur wochenlang, sondern vielleicht nahezu eben so lange, wie unverletzte Thiere zu leben vermögen, sofern dieselben unter günstigen äusseren Bedingungen gehalten werden. So lange ich sie — und dies war während mehrerer Tage möglich — beobachtet habe, fand ich keine Abnahme ihrer Lebensenergie, diese war vielmehr mehr und mehr gestiegen und zuletzt auf dem erwähnten vollkommenen Zustand bestehend geblieben. Wenn ich Dritten solche munter umherschwimmende Krüppel zeigte, so musste ich sie regelmässig besonders darauf aufmerksam machen, dass diese nicht ganze Thiere seien: da das operirte Ende sich allmählig etwas zusammenzieht und dadurch am aboralen Körperpole sich etwas zurundet, so sind Uneingeweihte wegen der ungestört vor sich gehenden Lebensthätigkeit des Organismus nur durch genaue Demonstration davon zu überzeugen, dass sie nur einen Theil eines Thieres vor sich haben und nicht ein ganzes.

Durchaus zu derselben Vollendung in den Lebensäusserungen, wie sie der in beschriebener Weise langsam operirte Rumpf von vornherein zeigt, kann sich auch der Torso erholen, welcher dadurch entstanden ist, dass dem ganzen Thiere rasch, mit einem Schnitte, der aborale Körperpol entfernt worden ist, allein es scheint, als ob die allmählige Operation den Organismus viel weniger angreife, als ob der letzte Akt derselben nicht minder natür-

1) Vergleiche weiter unten Seite 235 und 236.

lich sei als die endliche spontane Loslösung eines durch Verwundung vom Körper nahezu getrennten Körpertheils.

Was das physiologische Verhalten solcher vollständig erholter oraler Körperabschnitte angeht, so seien mir darüber noch folgende Bemerkungen gestattet.

Ich beobachtete, wie bemerkt, dass die Richtung der Bewegung dieselbe war, wie an unverletzten Thieren: sie ging von der Gegend des Wundrandes nach jener des Mundrandes hin. In selteneren Fällen sah ich aber, dass sie in allen Reihen zwar gleich stark war, jedoch nicht überall in der ganzen Länge der Reihe stattfand, dass sie nicht in unmittelbarer Nähe des Wundrandes, sondern da oder dort, in der Mitte oder an irgend einem anderen Punkte des Radius begann.

Die Bewegung konnte durch Betupfen mit einer Nadel — wie dies auch beim ganzen Thiere der Fall ist — in beliebig welchem Strahl sistirt werden. Ebenso vermag der Torso, ganz so wie dies das ganze Thier thut, die Bewegung nach Belieben in einem einzelnen Strahle aufzuheben.

Die leiseste Erschütterung, etwa des Tisches, auf welchem das Glas mit den Versuchsubjecten stand, hob an einem ganzen Thiere sämtliche Bewegung auf einen Augenblick auf. Wie dies beim Torso sich verhält, bleibt noch zu untersuchen; aber auf Berührung zog er sich und zogen sich selbst kleinere Theilstücke des Thieres, nachdem die Bewegung sistirt worden war, sehr lebhaft zusammen. Auch bemerkt man an Torso's, bevor sich dieselben vollständig erholt haben, sehr häufig kräftige, ruckweise Contractionen des Körpers. Ich sah solche noch nach 29 Stunden nach der Operation, allein nur an Thieren, bei welchen die Bewegung der Schwimmlättchen noch nicht wieder hergestellt war: es macht den Eindruck, als ob die Quallen das mangelnde Bewegungsvermögen ihrer Ruderchen durch Muskelcontractionen ersetzen wollten¹⁾. Zuweilen kehrt sich das Ganze in Folge solcher Contractionen vollständig um, so dass die ursprünglich innere Röhrenwand nun nach aussen sieht; später können die Schwimmlättchen regelmässig nach einer bestimmten Richtung schlagen

1) Die Contractionen mögen aus Athemnoth geschehen, um so mehr als langes Aussetzen der Schwimmlättchenbewegung wie es oben erwähnt ist, nach meinen Erfahrungen bei Medusen Aufenthalt in nicht frischem Wasser als Ursache hat.

und der röhrenförmige Krüppel wie ein ganzes und normal gelagertes Thier auch nach bestimmter Richtung hin schwimmen.

Wiederholt sah ich, dass an einem röhrenförmigen Torso die Bewegung an einem und demselben Radius bald nach der einen, bald nach der umgekehrten Richtung gehen konnte.

Ein solcher Torso senkte sich, nachdem derselbe sich ruckweise zusammengezogen und etwas verkleinert hatte. Die Krüppel vermögen, wie schon bemerkt, wie ganze Thiere in verschiedenen Höhen zu schwimmen — selbst nach Aufhören der Bewegung der Ruderplättchen können sich solche noch unter der Oberfläche des Wassers ruhig schwebend erhalten. Dieselben Erscheinungen in letzterer Beziehung beobachtete ich, nachdem ich die Ruderplättchen, so gut dies ohne eingreifendere Verletzung des Organismus möglich ist, von ganzen Thieren oder von des Afterpols entbehrenden Stücken derselben entfernt hatte, an diesen wie an jenen.

So weit meine auf Experimenten beruhenden Beobachtungen.

In welchem Maasse dieselben die bestätigende Probe für meine Auffassung vom Nervensystem der Rippenquallen abgeben, brauche ich nicht besonders hervorzuheben.

Sie beweisen vor Allem, dass der Sinneskörper oder ein anderer am aboralen Körperpol von *Beroë* gelegener Theil das „Gehirn“ des ganzen Thieres, der Anreger der Thätigkeit der Ruderplättchen, der Ausgangspunkt der Willensimpulse desselben überhaupt unmöglich ausschliesslich sein kann. Sie beweisen, dass Nervenzellen, welche der Sitz jener Anregung und des psychischen Vermögens sind, zum mindesten über einen grossen Theil des Körpers zerstreut vorkommen, aber in grösserer Anhäufung als sonstwo in der Gegend des Afterpols vorhanden sein müssen. Sie zeigen, dass solche centrale Zellen eines beliebigen Stückes des Körpers die Leitung der Funktionen dieses Stückes übernehmen können; die „Erholung“ der Theilstücke nach erfolgter Lostrennung vom Körper lässt sich nicht wohl anders erklären, als durch die Annahme, dass die in denselben befindlichen Nervenzellen, abgesehen von der nothwendigen Ueberwindung des lähmenden Einflusses, welchen der operative Eingriff auf das Nervensystem an sich hat („Bestürzungsperiode“), sich allmählig zur alleinigen centralen Leitung ihrer Thätigkeit kräftigen und concentriren. In allen diesen Verhältnissen ergibt sich die vollkommenste Parallele mit den Thatsachen, welche ich bei den Me-

dusen geschildert habe, speciell bei den Toponeuren: dort bilden sich nach meiner Beobachtung in Theilstücken des Körpers, welche nicht mehr mit den Hauptcentren der Nerven-thätigkeit, d. i. den in der unmittelbaren Umgebung der Randkörper gelegenen Anhäufungen von Nervenzellen in Verbindung stehen, Ersatzcentren, indem Nervenzellen, welche, so lange als das Thier unverletzt war, wohl weniger bedeutende Wirksamkeit hatten, in dem Theilstücke die Leitung der Funktionen, (deutlich zunächst der Contractionsfähigkeit, die nicht nur der Lokomotion, sondern auch der Ernährung im weitesten Sinne des Wortes dient) übernehmen, und sichtbar kräftigen sich die neuen Centren ganz allmählig zu diesem Amte. Wie in dieser Beziehung, so ergibt sich auch nach anderen Richtungen hin eine hochgradige Uebereinstimmung zwischen den bei Beroë einerseits und bei den toponeuren Medusen andererseits auf Grund des Experiments von mir beobachteten Thatsachen — nur sind die Erscheinungen modificirt durch die Lage und Zahl der Hauptnervencentren, d. i. der grösseren Anhäufung von Nervenzellen, welche sich bei den toponouren Medusen in der Achtzahl am Schirmrande, bei Beroë in der Einzahl am aboralen Körperpole findet.

Dem entsprechend ist auch der Vorgang des Absterbens bei beiderlei Thieren verschieden: während eine toponeure Meduse in der Weise abstirbt, dass zuletzt nur noch acht Randstückchen von ihr übrig sind, deren jedes einen Randkörper enthält, so stirbt eine Beroë vom Mundrande nach dem aboralen Pole hin ab — der orale Theil des Thieres ist längst todt, während der aborale noch munter weiter lebt.

Ich darf somit auf Grund aller physiologischen Thatsachen den in meiner Abhandlung über Beroë als Ergebniss der morphologischen Untersuchung aufgestellten Satz wiederholen: ein streng lokalisiertes, körperlich umschriebenes centrales Nervensystem kommt bei Beroë nicht vor; die centralen Nervenzellen sind bei ihr über den ganzen Körper verbreitet, finden sich indessen in grösserer Anzahl in der Gegend des Afterpols als sonstwo — hier, in der Gegend des Afterpols beginnen die centralen Nervenzellen sich in grösserer Anzahl zu sammeln und es bereitet sich so die Ausbildung eines strenger lokalisierten centralen Nervensystems vor.

„Gibt es nach meinen Erfahrungen wohl kaum irgend ein histologisches Objekt, welches höhere Anforderungen an den Un-

tersucher stellt, als die wenig differenzirten Gewebe der toponeu-
ren Medusen und der Rippenquallen, so ist es Genugthuung für
die morphologische Arbeit auf diesem Gebiete, wenn einfaches und Je-
dem zugängliches Experiment ihre Ergebnisse zu erproben vermag“.
Diese, die Schlussworte meiner Untersuchungen über das Nerven-
system der Medusen darf ich hier wiederholen, mit Rücksicht auf
Untersuchungen, welchen es nicht gelingen will, mit den Resultaten
der geschilderten Versuche übereinstimmende morphologische That-
sachen bezüglich des Nervensystems zu erkennen.

Dabei sehe ich mich veranlasst auf die Thatsache nochmals
ausdrücklich hinzuweisen, dass die Schwierigkeit der Untersuchung
eben vorzüglich in der geringen Differenzirung der Gewebe liegt,
darin, dass Nervengewebe, Muskelgewebe und Bindegewebe,
wenngleich sie in den höchsten Stadien der Ausbildung in un-
serem Thiere deutlich von einander zu unterscheiden sind,
doch in den niedrigen Stadien der Differenzirung in demselben
Thiere ganz allmählig in einander übergehen und schliesslich mor-
phologisch nicht mehr getrennt werden können ¹⁾.

1) In völligem Missverstehen dieses Satzes, welcher die Grundlage des
morphologischen Theils meiner Untersuchungen und zugleich die Erklärung
ihrer Befunde abgibt, wird die zweite Hälfte desselben von einem Kritiker
meiner *Beroë*-Arbeit wiederholt als ein „Zugeständniss“ (!) von meiner Seite
bezeichnet und als Beweis gegen die von mir behauptete Existenz von Ner-
venelementen verwerthet (Dr. Carl Chun, a. a. O.). Derselbe ist nämlich
nicht im Stande, irgend eine der von mir geschilderten auf das Nervensystem
bezüglichen Thatsachen zu bestätigen, was nach dem weiteren Inhalte seiner
Arbeit kaum verwundern kann.

Unter Anderem sucht er am frischen Objecte, am lebenden Thiere,
Merkmale wie Varikositäten zum Beweis der Existenz von Nervenfasern! (S. 20)
und vermag unter den von mir verwertheten, auf Anwendung von Reagen-
tien beruhenden, allgemein anerkannten Kennzeichen für Nervelemente kein
einziges maassgebend zu finden. Als Argument gegen meine Deutung zelli-
ger Elemente als Nervenzellen führt er an, dass die Ausläufer dieser
Zellen in meinen Abbildungen meist frei endigen — als ob dies auf irgend-
welchem feinen oder auf dem optischen Durchschnitt eines Objectes, in wel-
chem die Gewebelemente nach verschiedenen Richtungen gelagert sind, irgend
anders möglich wäre — anderer Einwände ähnlicher Begründung nicht zu geden-
ken. Geradezu wunderbar aber sind die positiven Resultate, zu welchen der
Schriftsteller gelangt: nach ihm findet man im ganzen Körper der Rippen-
quallen weder Nervenzellen noch eigentliche Nervenfasern, dagegen erklärt er
das Sinnesorgan mitsammt den Polplatten für das Centralnervensystem und

Die wohlcharakterisirten gröberen Nervenfasern von Beroë beschrieb ich als Ketten von Zellen, Ganglien-Kernen mit wenig Protoplasma, verbunden durch einen Faden, — vergleichbar mit der Verbindung der Station des Telegraphendrahtes durch diesen — welcher wahrscheinlich das Kernkörperchen, jedenfalls die Kerne, durchzieht, das Ganze umgeben von einer Hülle, die zuweilen und, besonders da, wo die Fasern feiner werden, sich von Stelle zu Stelle aufbauscht und so Varikositäten bildet. Meine inzwischen veröffentlichten Untersuchungen über die Nerven der cyclo-

„die von ihm ausstrahlenden acht Radiär- oder Flimmerrinnen nebst den Ruderreihen für ebensoviele von demselben ausstrahlende Nerven“ (!) (S. 8.) Weiterhin werden die Basalpolster der Ruderplättchen als Nerven bezeichnet und wie „eigenartig“ diese „Nerven“ sein müssen, zeigt die folgende Bemerkung: „Die Eigenartigkeit des Nervensystems der Ctenophoren und die Unmöglichkeit, zwischen Nervenfasern und Ganglien zu unterscheiden (!) erklärt sich eben durch die Art der Ortsbewegung vermittelt Schwingplättchen. Wenn es erlaubt ist, den Vergleich anzuwenden, so verhält sich bei ihnen der Nerv (?) zu dem Lokomotionsorgan, dem Schwimmpolster, wie bei höheren Thieren zu dem Muskel“. (S. 14.) Der Sinneskörper wird geschildert als eine „Modification der äusseren Epithellage des Thieres“, woraus, nebenbei bemerkt, hervorgeht, dass der Autor das von mir mit diesem Namen belegte und schon früher auch von Anderen geschilderte und abgebildete Organ gar nicht zu Gesicht bekommen hat. Vielleicht gelingt es einem Dritten in seiner Schilderung des eigenartigen Nervensystems der Ctenophoren einen Sinn zu finden — ich muss verzichten. — Eine der hauptsächlichsten positiven Errungenschaften des Schriftstellers gipfelt ferner in dem Satze: „Die Bewegung der Ctenophoren vermittelt Schwingplättchen wird in dem Sinnesorgan regulirt“. „Schlagen die Federn desselben an die Otolithen an, so laufen ebensoviele Wellen über die jeder Feder entsprechenden zwei Rippen weg, als Anschläge erfolgen“. Den Bewegungsanstoss vermitteln somit die Federn durch Anschlagen an die Otolithen; nicht etwa Nerven pflanzen die Erregung fort, sondern Flimmerzellen (Cilienplatten und Flimmerrinnen) übertragen ihn auf die beiden ersten Schwingplättchen, diese übertragen ihn auf die folgenden u. s. w. Dass dies Alles durchaus falsch ist, ergibt sich aus dem Erfolg meiner Versuche zur Genüge. — Eine letzte Entdeckung des Autors besteht darin, dass er die sämtlichen im Gallertgewebe vorhandenen Zellen für Muskelzellen erklärt: „Das gesammte Gallertgewebe der Ctenophoren ist contractil“ (S. 32). Diese Behauptung, denn um mehr handelt es sich nicht, tritt mit derselben Bestimmtheit auf, welche das Urtheil des Schriftstellers überhaupt kennzeichnet und nicht der kleinste Theil seiner Abhandlung ist allgemeinen auf sie gebauten Erörterungen gewidmet, hinauslaufend auf die Vertretung der Irritabilitätslehre, auf die Ansicht, dass die

neuren Medusen zeigen hier im Wesentlichen durchaus dieselben Verhältnisse, so dass die ersten im Thierreiche auftretenden als solche morphologisch wohlcharakterisirten, aus Axenfaden und Hülle zusammengesetzten, nach dem Tode Varikositäten zeigenden

animale Thätigkeit im Gallertgewebe durch Muskelirritabilität vermittelt werde. Da, wie ich nachgewiesen habe, schon eine ungeheure Menge von Muskelfasern das Gallertgewebe der Ctenophoren durchzieht, so würde, wenn die erwähnte Ansicht richtig wäre, so ziemlich der ganze Körper derselben aus Muskulatur bestehen, ohne dass gerade bei diesen Thieren der Zweck solcher Einrichtung entfernt ersichtlich sein würde. Kurze Zeit nach Veröffentlichung der Angabe ist dieselbe indessen von ihrem Urheber schon widerrufen worden, indem im „Zoologischen Anzeiger“ Nr. 31, 1879 von ihm erklärt wird, dass er damit zu weit gegangen, dass ein Theil des Gallertgewebes der Ctenophoren bindegewebiger Natur sei. Darin liege, fährt er fort, „zugleich die Auffassung, dass überhaupt bei niederen Thieren morphologisch eine scharfe Grenze zwischen Bindegewebe und glatter Muskulatur nicht zu ziehen ist“. Dieser Beginn einer Uebereinstimmung mit meinen Befunden berechtigt zu weiteren entsprechenden Hoffnungen. (Ueber einen anderen Forscher auf unserem Gebiete, Herrn Buekers, vergleiche man S. 264, Anmerkung meiner „Medusen“.)

Mag es zeitgemäss sein, wenn ein Schriftsteller, mit Kritik seine Kunst beginnend, wenn er Ergebnisse wie die Geschilderten bietend, sich berufen fühlt, dieselben mit einer Ueberfülle von Belehrungen über die Grundprinzipien der Wissenschaft und die methodische Einleitung von Entdeckungen zu begleiten, ferner positive Angaben Anderer einfach auf Grund des Unvermögens der Bestätigung, sogar in beleidigender Weise, als grösste Irrthümer zu behandeln, so ist es doch zu viel, wenn dazu noch die unentschuldigste Ungenauigkeit selbst im Referiren kommt. Der Kritiker stellt fälschlich als meine Angabe hin, dass die von mir beschriebenen Neuromuskelfasern nach beiden Enden in Nervenfasern ausgehen sollen und kämpft demzufolge gegen das von ihm selbst aufgestellte Object von Muskeln ohne Ansatz. Ferner wirft er mir vor, dass ich es versäumt habe, das Gallertgewebe frisch zu untersuchen, obwohl mir ein reiches Material frischer Thiere zu Gebote gestanden sei, und fügt, aus dem reichen Schatze seiner Erfahrungen belehrend an mich hinzu: „Obwohl es fast überflüssig scheint zu bemerken, wie dringend nöthig es ist, die Gewebe im frischen Zustand, wömoglich am unversehrten lebenden Thiere zu beobachten und von hier aus sich ein Urtheil über die alterirenden und schätzenswerthen Einwirkungen der angewendeten Reagentien zu bilden, so wird doch immer wieder gegen jene Grundbedingungen gefehlt.“ Diese Klage ist in Beziehung auf mich ebenso vollkommen gegenstandslos wie jener Vorwurf. Denn es ist ein grosser Theil der Zeichnungen auf meiner IV. Tafel ausdrücklich nach frischen

Nervenfasern als Ketten von Zellen, bezw. „Ganglienkernen“ bezeichnet werden müssen¹⁾).

Freilich darf Niemand verlangen — und keinem in histologischen Dingen auch nur in bescheidener Weise erfahrenen Beurtheiler wird dies zu thun auch je einfallen — die feineren und für die Nervenfasern vorzüglich charakteristischen der erwähnten Eigenschaften ohne Zusatz von Reagentien zu Gesicht bekommen zu wollen. Ist sogar bei höheren Thieren die Feststellung der Natur feiner Nervenfasern vielfach nur nach Anwendung von Reagentien, welche besonders die charakteristischen Varikositäten hervorrufen, aber auch die Axenfäden selbst deutlich machen, möglich, so ist dies bei den Quallen noch viel weniger anders zu erwarten. Nirgends ist weniger mit frischer Untersuchung anzustellen und nirgends ist mehr — allerdings sorgfältige — Anwendung von Reagentien nothwendig, um zu einer Beurtheilung der feineren Verhältnisse der Gewebe zu kommen, als gerade hier. Wer speciell bei den Rippenquallen das Nervensystem am frischen Thiere entdecken oder beurtheilen will, der macht sich vergebliche Arbeit. Dass ich selbst zu dieser Auffassung erst durch vergebliche Bemühungen an letzterem gekommen bin, brauche ich wohl nicht ausdrücklich zu versichern.

Mag es mir auch gelungen sein, durch Studien auf beiden Wegen, auf dem morphologischen wie auf dem experimentellen, die Grundlagen für eine vollkommene Kenntniss der Verhältnisse des Nervensystems der Rippenquallen gegeben zu haben, so erhob ich doch nicht entfernt den Anspruch durch meine morphologische Untersuchung die bezüglichen Fragen erschöpft zu haben.

Präparaten entworfen. Belehrung über die Wirkungen der gebräuchlichen Reagentien auf Gewebe aber pflegt man in den histologischen Cursen zu erhalten und ich selbst glaube sie nur dort geben zu sollen. — Wenn endlich der Kritiker, der in der glücklichen Lage war, ein Jahr lang mit den Hilfsmitteln der zoologischen Station sein Thema zu verfolgen, verschiedene Lücken meiner Arbeit tadelnd hervorhebt, ohne zu erwähnen, dass ich sie selbst bedauernd hervorgehoben, aber durch die ungünstigen Verhältnisse erklärt habe, unter denen ich arbeiten musste und durch die Kürze der Zeit, welche mir an der See zur Verfügung stand — wesshalb ich allerdings Vieles erst zu Hause an conservirten Präparaten, Anderes gar nicht mehr untersuchen konnte — so schiebe ich diese Unterlassung gerne gleichfalls auf Ungenauigkeit.

1) Vergl. Beroë Taf. VIII Fig. 72 und Medusen Taf. XI Fig. 3 und 9.

Bei nächster Gelegenheit gedenke ich indessen den Gegenstand von Neuem aufzunehmen und hoffe die noch schwebenden Fragen dann, unter günstigeren äusseren Bedingungen, als sie meinen Untersuchungen auf Capri zu Gebote standen, zu derjenigen vollendeteren Entscheidung zu bringen, welche nicht nur Anderen wünschenswerth sein muss, sondern welche vor Allem mir selbst Bedürfniss ist.

Einstweilen aber darf durch die auf Grund meiner Experimente festgestellten Thatsachen jedenfalls so viel als gewonnen bezeichnet werden, dass fortan jeder Versuch, centrale Nervenzellen bei den Rippenquallen ausschliesslich auf eine bestimmte Stelle des Körpers beschränkt finden zu wollen, von vornherein als widersinnig erscheinen muss. Und nachdem durch das Experiment wie durch meinen morphologischen Befund eine weitgehende Uebereinstimmung zwischen Ctenophoren und Medusen dargethan ist¹⁾, darf man zuversichtlich erwarten, dass auch in den übrigen Gruppen der Zoophyten ähnliche Ergebnisse erzielt werden.

Noch möge es mir schliesslich gestattet sein, auch an dieser Stelle ausdrücklich auf die interessanten Analogien aufmerksam zu machen, welche die „Zoophyten“ in Beziehung auf die künstliche Theilbarkeit und in Beziehung auf das allmälige Absterben mit dem Verhalten von Pflanzen darbieten, nachdem ein entsprechendes Beispiel, *Beroë* betreffend, schon oben (Seite 229 und 230) angeführt worden ist.

1) Dazu gehört, abgesehen von den Eingangs erwähnten Thatsachen vor Allem auch die weitere, dass die Nervenleitung im Körper von *Beroë* wie in jenem der Medusen nicht durch Nervenstränge, sondern durch vereinzelt ziehende Fasern — mit einziger Ausnahme der Ringnerven der Cycloneuren — hergestellt wird. Alle Beobachtungen, welche durch mich und durch Andere an Medusen gemacht worden sind, seitdem ich dieses Verhältniss bei *Beroë* beschrieben habe, stehen damit in Uebereinstimmung. Dass wenigstens bei den Toponeuren auch das Gallertgewebe ganz wie bei letzterer nach den verschiedensten Richtungen von isolirten Nervenfasern durchzogen wird, erschloss ich zuerst experimentell und zu ganz demselben Resultat kam später, unabhängig von mir, Romanes. Morphologisch sind indessen hier die Nerven noch viel weniger differenzirt, als in der muskelreichen Ctenophorengallerte und meine bezüglichen Ergebnisse sind, eben wegen der Schwierigkeit der Untersuchung, bis jetzt sehr wenig erschöpfend geblieben. (Vergl. „Die Medusen“ etc.)

In gleicher Weise vermögen bei Pflanzen wie bei Zoophyten abgelöste Theile, unter günstige Bedingungen gebracht, zum Mindesten eine Zeit lang selbstständig fortzuleben. So wenig es ferner möglich ist, eine ganze Pflanze etwa wie ein höheres Thier durch eine Verwundung oder durch einen Hieb plötzlich zu tödten, so wenig ist dies mit einer ganzen Hydra oder mit einer ganzen Meduse oder Rippenqualle möglich. Nur durch Zermalmen oder durch Vergiften des Ganzen oder durch Anwendung hoher Temperatur auf dasselbe kommt man in beiden Fällen zum Ziele. Und wie der Baum vom Wipfel nach der Wurzel zu ganz allmählig abstirbt, so die Qualle von der, bezw. von den Stellen, welche von den Hauptansammlungen von Nervenzellen am entferntesten liegen, nach diesen letzteren hin. Spricht die pflanzenähnliche Form und das Gebundensein an den Boden bei vielen „Zoophyten“ oder „Pflanzenthieren“ für den Vorzug dieses ihres alten und populären Namens, so möchte ich nicht minder die geschilderten, so sehr in die Augen fallenden Analogien zu Gunsten derselben, gegenüber der Bezeichnung „Coelenteraten“ ins Feld führen.

Tübingen, Ende August 1879.

Notiz über unvollkommene Schmelzentwicklung auf den Mahlzähnen der Ratte — *Mus decumanus*.

Von

Dr. A. v. Brunn,
Prosector in Göttingen.

Hierzu Tafel XXVII.

Im April d. J. erhielt ich einen Satz junger aus dem Nest genommener Ratten, dieselben waren noch blind, die Schneidezähne waren eben durchgebrochen, ihr freivorstehendes Ende etwa 0,5 mm lang. Die Unterkiefer wurden behufs Untersuchung der Zahnentwicklung im mikroskopischen Curs in 1 procentiger Chromsäure entkalkt und in Alcohol gehärtet. Bei der Ansicht der angefertigten Frontalschnitte der Backzähne bemerkte ich, dass auf den Spitzen der Tuberkeln kein Schmelz gebildet war, sondern hier das Zahnbein nur durch eine mehrfache Lage platter Epithelzellen von dem umgebenden Bindegewebe getrennt wurde. Sagittalschnitte zeigten dann die Verhältnisse so, wie sie die beiden beigegebenen Abbildungen erkennen lassen. Während an der Vorder-, Hinter- und den Seitenflächen, sowie in den Vertiefungen zwischen den Höckern dieser Zähne die Schmelzlage bereits eine Mächtigkeit von 0,06—0,1 mm erreicht hat, fehlt auf den vier vom Schnitt getroffenen Höckern jede Schmelzbildung vollkommen. Die Schmelzzellen, prächtig ausgebildet auf dem fertigen Schmelz und dort 0,024—0,03 mm hoch, behalten ihre Eigenschaft bis an die oberen Schmelzränder und gehen hier über in ein Plattenepithel, welches die nackten Dentinspitzen überzieht und dessen einzelne Zellen eine Dicke von 0,003 mm haben. Das Epithel der Spitzen unterscheidet sich aber von dem Schmelzepithel noch dadurch, dass es ein vielfach geschichtetes ist, und das rührt, wie die beiden Figuren zeigen, daher, dass das durch Blutgefäße und Bindegewebe vielfach zerklüftete Schmelzorgan hier

die gallertige Degeneration gar nicht eingegangen, sondern dem Oberflächenepithel ähnlich geblieben ist. Dies Epithel ist jedenfalls, wie es bisher noch keinen Schmelz bildete, so zu dessen Erzeugung überhaupt unfähig und es müssen diese Zähne mit schmelzfreien Spitzen durchbrechen und so mehr als andere zur schnellen Abschleifung geeignet sein.

Wir haben hier also den entgegengesetzten Fall vor uns, wie der ist, den Ch. Tomes (Quart. journal of micr. science 1876) vom Salamander und Aal beschreibt und abbildet. Dort umgibt das Schmelzorgan völlig den Dentinkeim, bildet aber nur auf der Spitze eine kleine Schmelzkappe, während der weiter nach unten gelegene Theil des Organs keinen Schmelz entwickelt und sich seine Zellen auch nicht zu den charakteristischen Schmelzzellen umformen.

Es liegt nahe, die Entwicklung dieser Zähne weiter zu studiren, frühere Stadien, um zu sehen, ob die Plattenepithelien der Spitzen durch Abplattung von Cylinderepithelzellen entstehen, spätere, um ihr weiteres Schicksal, speciell ihr Verhältniss zum Schmelzoberhäutchen zu ergründen; — ich habe aber Material an Ratten nicht wieder erhalten. Auch geeignetes an Mäusen, bei denen die Verhältnisse vermuthlich ähnliche sein werden, zu bekommen, ist mir nicht geglückt. Zwar habe ich einige Sätze von Embryonen, welche 1,5 bis 3 em Scheitelsteisslänge hatten, untersucht, und dort gefunden, dass auf den den späteren Tubercula entsprechenden Erhöhungen des Dentinkeims die Schmelzzellen nur die Hälfte bis zwei Drittel der Höhe haben, welche die in den Vertiefungen befindlichen besitzen, — das ist aber nicht genügend, um daraus irgend welche Schlüsse zu ziehen, namentlich da ich kein Material untersucht habe, welches gezeigt hätte, dass die Mäusezähne überhaupt auf den Spitzen keinen Schmelz erhalten. — Daher muss ich mich mit der Mittheilung der nackten Thatsache begnügen.

Erwähnen möchte ich dagegen noch, dass ich auf Sagittalschnitten durch die Schneidezahnanlage von Mausembryonen ein vollständiges Schmelzorgan gefunden habe, welches den Dentinkeim auch der hinteren, später schmelzfreien Fläche überzieht, und zweifle nicht, dass ein Schmelzepithel, rudimentär, wie auf den Spitzen der Rattenbackzähne vor ihrem Durchbruch, während des Lebens existirt.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXVII.

Fig. 1. Sagittalschnitt durch den ersten Mahl Zahn einer jungen Ratte. s Schmelz, d Dentin, sz Schmelzzellen, b Blutgefässdurchschnitt. Ueber den Spitzen, namentlich den beiden mittleren, ist der Zusammenhang des das Dentin überziehenden Epithels mit dem Hals des Schmelzorgans sichtbar. Winkel Oc. 4 Obj. 1.

Fig. 2. Die von links gerechnet dritte Spitze desselben Präparates. Winkel Oc. 4 Obj. 7

Morphologische Untersuchungen über die Augen der freilebenden marinen Borstenwürmer.

Von

V. Graber,

k. k. o. ö. Professor d. Zoologie a. d. Universität Czernowitz.

Hierzu Tafel XXVIII, XXIX, XXX.

Literatur.

1) Ranzoni, Opuscoli scientif. t. I. Bologne 1817. Angaben über die Augen von *Phyllodoce maxillosa*.

2) Otto, Conspectus animalium etc. Vratislaviae 1817 p. 16. Ueber *Aphroditea heptacera*.

3) Gruithuisen, Nova acta Acad. nat. curiosa t. 11 p. 242. Ueber die Augen von *Nais proboscidea*. Pigment und ein „Parenchyme sensible“.

4) Joh. Müller, Memoire sur la structure des jeux chez les Mollusques Gasteropodes et quelques Annelides. Ann. de scienc. nat. T. 22 1831. Bei *Nereis* u. A.: Nervus opticus, Pigmentschale

und lichtbrechender Kern, den er aber als kontinuierliche Fortsetzung der retinalen Nervenschichte hält. Annahme einer complete Analogie mit dem Wirbelthierauge.

5) Quatrefages De, Comptes rendus de l'Acad. d. scienc. 1844 t. 19 p. 195. Etudes sur les types inf. de l'embr. des Annel. Ann. d. scienc. nat. T. 13 und 14. Hauptsächlich über die Augen der Kopfkriemen, Polyopthalmus etc. Unterscheidet einen besondern lichtbrechenden Abschnitt (Crystallin) und die Retina und erläutert die vielfachen Differenzirungen, denen das Sehorgan bei den niederen Abtheilungen so gut wie bei den Wirbelthieren unterworfen ist.

6) Krohn, Archiv f. Naturgeschichte 1845 Bd. 19, S. 179. Erste und sehr genaue Angaben über das Alciopiden-Auge. Hüllen, Linse, Stiften-Mosaik der Retina, mediäre Pigmentschichte derselben.

7) Quatrefages Ann. de scienc. nat. 3. Ser. T, 13 1850 p. 34 pl. 2 und Histoire nat. des annelés T. I, p. 91 pl. 4 Fig. 6 und 7. Ueber *Torrea vitrea* (*Asterope candida* Clap.).

8) Leydig, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. S. 259 F. 136. Gibt eine auf eigene Anschauungen gegründete im Ganzen sehr zutreffende und instructive Darstellung des Auges von *Alciopie* (angeblich *Reynaudii*). Er erkannte eine selbständige subintegumentale Sclerotica-Kapsel, eine pigmentirte Stäbchen-Mosaik (die er aber auf eine gefaltete „homogene Membran“ beziehen will), ferner eine innere radiärstreifige (Säulen-) und eine äussere „mehr granuläre“ Schicht, welche Greeff's und unserer Zone der Ganglienzellen entspricht.

9) R. Greeff, Ueber die Augen, insbesondere die Retina der Alciopiden (Marburg, Sitzungsber. der Ges. zur Beförderung d. g. Naturwissenschaften 1875 Nr. 10) mit 2 Tafeln. Vgl. auch dessen grösseres Werk über Alciopiden in *Nova acta Leop.* 1876 Vol. 39 Nr. 2.

10) A. Costa, Annuario d. mus. zool. real. Università di Napoli. 1862 p. 155, 1864 F. 1—8. 1867 p. 55. Ueber Augen der Alciopiden des Golfs von Neapel.

11) Claparède, Les Annelides chétopodes du Golfe de Naples Suppl. p. 103 pl. X. Claparède & Panceri, nota sopra un Alciopide parassito etc., abgedruckt in Nr. 11.

12) Ehlers, Die Borstenwürmer I. Bd. Leipzig 1864—1868.

13) Macdonald, On the extern Anatomy etc. of the Genus

of Annal. named Palolo etc. Transact. of the Lin. Soc. London Vol. 23.

14) Marion et N. Bobretzky, Annelides du Golfe de Marseille ann. d. scienc. nat. 1875.

15) Chatin Ivan, Recherches pour servir a l'histoire du battonnet optique chez les Crustaces et les Vers. Ann. d. scienc. nat. T. 7 Nr. 1, p. 22—36 und Pl. 3. Vage Angaben über die lichtbrechenden Körper einiger Kopfkriemer. Nichts Wesentliches über die Retina. Viel Raisonnement.

16) Grenacher, Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden etc. Göttingen 1879.

17) Graber, Ueber das unioorneale Tracheaten- und speciell das Arachnoideen- und Myriopoden-Auge. Dieses Archiv 1879 mit 3 Tafeln.

Vorliegende Arbeit unternahm ich in doppelter Absicht. In erster Linie, um im Zusammenhang mit einer früheren Schrift über das Tracheatenstemma (17) die zuerst von mir angefochtene allgemeine Zulässigkeit der Grenacher'schen Theorie, betreffend die Einschichtigkeit der Retina zu prüfen, beziehungsweise zu widerlegen und dann um über den Typus der in Rede stehenden Organe der Würmer überhaupt etwas mehr Licht zu verbreiten. Indem ich hinsichtlich des erstgenannten Zweckes auf das folgende verweise, muss ich, in Bezug auf den zweiten Punkt, vor Allem zeigen, dass es mit der gegenwärtigen Kenntniss des Chaetopodenauges in der That so bestellt ist, dass mir eine neue gründliche Untersuchung desselben wirklich als ein Bedürfniss erschien.

Dank der bedeutenden Grösse und leichten Zugänglichkeit, welche die Augen einer Nereiden-Abtheilung, nämlich die der Alciopiden auszeichnen, haben dieselben wiederholt die Aufmerksamkeit der Zoologen auf sich gelenkt und nachdem sich so gründliche Forscher wie Krohn (6), Leydig (8), Quatrefages (7), Claparède (11) und neuerlich besonders R. Greeff (9) damit beschäftigt, wissen wir, dass die Sehorgane dieser Würmer sowohl in ihrem

dioptrischen als in ihrem perceptiven Abschnitt einen sehr hohen Grad von Differenzirung besitzen.

Ganz anders verhält es sich mit den Augen der so zahlreichen übrigen Polychaeten und der meisten Würmer überhaupt.

Zwar erkannten bereits Joh. Müller (4) und Quatrefages (5) an diesen Organen die Haupt- oder Fundamentaltheile eines Sehorgans, nämlich einen distincten in der Regel vom Gehirn entspringenden Nerv, dann eine mehr oder weniger pigmentirte Netzhaut, sowie endlich einen lichtbrechenden Abschnitt oder Glaskörper (Crystallin); dies ist aber auch heute noch so ziemlich Alles, was man über den Bau dieser Organe weiss, ja nach der Darstellung mancher neuerer Anneliden-Forscher gewinnt es sogar den Anschein, als ob die Augen vieler freilebenden Polychaeten (Nereiden i. w. S.) sogar eines dioptrischen Apparates entbehrten und unter den allerdings sehr vagen Begriff der sog. Pigmentflecke zu subsumiren wären.

Zur Erläuterung dieses Sachverhaltes braucht man nur irgend eine der vielen systematischen Arbeiten über Anneliden durchzugehen und ich gebe zunächst eine kurze Zusammenstellung der Angaben über die Augenformen dieser Thiere aus dem bekannten Werke von Ehlers (12), da dieser Forscher, wie wir hören werden, unseren Organen eine über die Zwecke der blossen Systematik hinausgehende Aufmerksamkeit geschenkt hat.

Dass Ehlers die Polychaeten-Augen im Allgemeinen als sehr einfach organisirt betrachtet, geht schon aus seiner Definition pag. 33 hervor, wo er sagt: „Als solche betrachtet man herkömmlicherweise (?) die auf einen Fleck concentrirte Anhäufung einer Pigmentmasse.“ Hinsichtlich der darin eingebetteten, lichtbrechenden Körper, „die man (allgemein?) als Linsen bezeichnet“, so erklärt er das Vorkommen derselben als „wenig konstant“. „Man findet sie bisweilen auf demselben Thiere nur an einer Seite oder ganz fehlend, während sie bei anderen Individuen derselben Art vorhanden sind.“

Im Einzelnen notirte ich mir nun folgende Fälle, in welchen Ehlers den lichtbrechenden Körper gänzlich fehlen lässt.

Fam. Chrysopetalea: *Chrysopetalum fragile* Ehl. p. 81, Taf. 2, Fig. 3.

„ Aphroditea: *Polynoe spinifera* Ehl. p. 97, Taf. 3, Fig. 3.

P. pellucida Ehl. p. 106¹⁾.

1) „In den meisten Fällen scheinen diese Augen nur kugelige Anhäu-

- Fam. Phyllodocea: *Phyllodoce lamelligera* Ehl. p. 140, T.6, Fig. 1.
 „ *vittata* Ehl. p. 150, Taf. 6, Fig. 8.
Eulalia virens Ehl. Taf. 7, Fig. 2.
 „ *volucris* Ehl. Taf. 7, Fig. 7.
 „ *obtecta* Ehl.
„ *Hesionca*: *Orseis pulla* Ehl. Hinterauge p. 189¹⁾.
 Podarcke albocincta Ehl. Hinterauge p. 191.
 „ *viridescens* Ehl. Hinterauge²⁾.
 Periboea longocirrata Ehl.³⁾.
„ *Syllidea*: *Syllis pellucida* Ehl. p. 239.
 „ *fumensis* Ehl. p. 225 Hinteraugen.
 „ *Krohnii* Ehl. p. 235 „
 „ *6-oculata* Ehl.⁴⁾.
 Sphaerosyllis Claparedii Ehl. Hinteraugen.
 Proceraea picta Ehl.⁵⁾.
„ *Eunicea*: *Diopatra teres* p. 293. Angeblich ohne Augen.
 Onuphis tubicola Ehl.⁶⁾.
 Eunice aphroditois Pall.⁷⁾.
 „ *Harassii* Aud. M. Edw.⁸⁾.
 „ *limosa* Ehl. p. 349.

fungen von Pigment, nur bei einem Thier sah ich deutlich aus jedem der vorderen Augen einen nach seitwärts gewandten, stark konvex gewölbten hellen lichtbrechenden Körper hervorragen“.

1) „Im Vorderauge ein stark konvex vorspringender lichtbr. Körper“.

2) Bei *Podarcke agilis* Ehl. wäre dagegen Vorder- und Hinterauge mit einer „Linse“ versehen.

3) „Lichtbrechenden Körper nirgends gesehen“.

4) P. 242: „Bei dem einen Exemplare hatten die beiden mittleren Augen kleine halbkugelig vorspringende Linsen, die nach vorne und seitwärts gerichtet waren, und eins der hinteren Augen eine kleine halbkugelige nach hinten sehende Linse.“

5) P. 256: „Die Form der Augen ist keine beständige; ich habe vordere und hintere Augen kugelförmig gesehen und nur in den vorderen eine nach vorne und aussen gerichtete Linse; im anderen Falle trugen alle Augen grosse Linsen.“ Vgl. Taf. 12, Fig. 1.

6) „Die beiden Augen sind halbkugelige, kaum vorspringende Pigmenthaufen“.

7) „Auge ein dunkler, wenig prominirender Pigmenthaufen“.

8) P. 315 „Augen kreisförmige schwarze Pigmenthaufen“.

- Eunice siciliensis* Ehl. p. 355.
Marphysa sanguinea Ehl. p. 361.
Nematonereis oculata Ehl. p. 374¹⁾.
Arabella striata Gr. p. 400²⁾.
Staurocephalus rubrovittatus Gr. p. 426. Vier
 Augenflecke.
Staurocephalus ciliatus Ehl. p. 441. Vier Augen-
 flecke.
 Fam. Lycorida: *Nereis pelagica* L. ³⁾,
 „ *Dumerilii* Aud. M. Edw. Taf. 20 Fig. 21
 p. 537.
 „ *rava* Ehl. Taf. 21 Fig. 11 epitokes ♀
 Fig. 12 epitokes ♂.
 „ *fucata* Sav. Taf. 21 Fig. 41.
 „ *Costae* Gr. Taf. 22 Fig. 1 Hinterauge.
 „ *diversicolor* Taf. 22 Fig. 5.
 „ *lamellosa* Ehl. Taf. 22 Fig. 10.
 „ *succinea* Ehl. Taf. 22 Fig. 18.
Dendronereis arborifera Pet. T. 22 F. 33 etc. etc.

Dass aber die Anschauung, nach welcher die Augen vieler Polychaeten nichts weiter als Pigmentflecke seien, wirklich auch heute noch vielfach vertreten wird, zeigt u. A. die schöne Arbeit von Marion et N. Bobretzky (14) über Anneliden des Marseiller Golfes, in welcher beispielsweise folgende Augen als glaskörperlos bezeichnet werden.

Odontosyllis etenostoma Pl. 4 Fig. 12 Hinteraugen.

*Autolytus ornatus*⁴⁾, *Gyptis propinqua*, *Magalia perarmata*,
 3 Paar einfache Pigmentflecke:

Anoplosyllis fulva Pl. 3 Fig. 10, *Syllis torquata* und

Heterocirrus frontifilis, deren Vorderaugen als „*taches punctiformes*“ bezeichnet werden.

1) Vier Augen, rothbraune Pigmenthaufen.

2) Vier schwarze Augenflecke in einer Linie.

3) p. 513 „In der atoken Form sind die Augen kleine blauschwarze wenig prominirende Pigmenthaufen; im geschlechtsreifen Thiere sind sie grösser, zumal die des hinteren Paares im männlichen Thiere stärker gewölbt und besitzen eine grosse an den Weingeist-Exemplaren weisse Pupille (Glaskörper! d. Aut.), welche von dem blauschwarzen Pigment umgeben ist.“

4) p. 45: „Les deux jeux anter. sont seuls pourvus de cristallins.“

2 Paare: *Odontosyllis gibba* Pl. 3 Fig. 10. *Pterosyllis lineolata* und *Prionospis Malmgreni*.

1 Paar: *Saccocirrus papilocercus*. p. 70. „On voit a sa face dorsale et dans la region anter. deux taches oculaires, qui ne sont que des amas de pigment noir sans cristallin.“

Hinsichtlich der mitgetheilten Daten über angebliche Glaskörperlosigkeit der Annelidenaugen möchte ich nun zunächst folgendes bemerken.

Ich weiss aus eigener Anschauung sowohl an lebenden als an todtten Würmern, dass deren Augen bei äusserlicher Besichtigung vielfach in der That nicht anders erscheinen, denn als farbige Flecke oder Pigmenthaufen und dass man oft trotz aller Mühe und selbst z. Th. nach Auflösung des Pigmentes in Kalilauge oder ähnlichen Reagentien darin keinen deutlichen lichtbrechenden Körper nachzuweisen vermag.

Wenn aber viele Polychaeten- und überhaupt Würmer-Augen als einfache Pigmentflecke erscheinen, so folgt daraus selbstverständlich noch lange nicht, dass sie wirklich auch solche sind; denn die Augen vieler anderer Thiere, z. B. gewisser Mollusken und Arthropoden, wurden auch lange für blosse Pigmentflecke erklärt, bis eine genauere methodische Untersuchung eine viel höhere Organisation ergab.

In dem Sinne wird man also schon von vorneherein gut thun in der Bezeichnung „Pigmentfleck“ nicht einen bestimmten morphologischen Begriff, sondern vielmehr den Ausdruck für ein Organ zu sehen, das uns als ein Unbekanntes und Unerforschtes, kurzum als ein dunkler Punkt im symbolischen Sinne dieses Wortes erscheint.

Es ist aber auch schon a priori sehr unwahrscheinlich, dass die Augen der in Rede stehenden Thiere eine so unvollkommene Natur besässen, wie sie ihnen nach den mitgetheilten Angaben zugeschrieben wird.

Bedenken wir nämlich 1) dass die zur selben Abtheilung gehörigen Alciopiden sehr hoch organisirte Werkzeuge haben und 2) dass manche Anneliden, die, wie z. B. die Tubicolen oder gewisse Discophoren oft eine sehr stationäre Lebensweise führen, dessen ungeachtet mit wohl entwickelten und linsenführenden Augen ausgerüstet sind, so ist gewiss nicht einzusehen, wesshalb gerade die freilebenden Polychaeten blosse Pigmentflecke,

also Organe besitzen sollten, die überhaupt kein einigermaassen deutliches Sehen gestatten.

Dies waren die Erwägungen, welche mir Hoffnung gaben an diesen Organen, trotz ihrer durchschnittlichen Kleinheit und der grossen Schwierigkeit der Untersuchung, etwas mehr als meine Vorgänger herauszubringen. Ich bemerke dazu gleich, dass ich meine Forschungen an Eunice, also an einer Augenform begann, welche Ehlers, trotzdem er sie an Schnitten studirt hatte, als blossen Pigmentfleck bezeichnete, und dass ich daran sofort nicht bloss einen zelligen integumentalen Glaskörper mit eingeschlossener cuticularer Linse entdeckte, sondern auch an der Netzhaut Zustände wahrnahm, die eine geradezu überraschende Uebereinstimmung mit den von mir am Tracheatenstemma entzifferten darboten.

Was die Ausdehnung meiner Studien betrifft, so schien es mir hinreichend von jeder Hauptabtheilung dieser Thiere nur einen oder ein Paar Repräsentanten vorzunehmen, wobei ich allerdings nur auf Spiritusmaterial angewiesen war, das ich mir seinerzeit an der Adria gesammelt hatte; unter Zugrundelegung der mitzutheilenden Resultate dürfte es aber leicht sein, nach und nach den Augentypus sämmtlicher Nereiden festzustellen, sowie mit Hülfe von lebendem Material über gewisse feinere Verhältnisse zumal betreffs der Stäbchen und vielleicht auch über die Entwicklung ins Klare zu kommen.

Betreffs der Untersuchungsmethode sei im Allgemeinen nur Folgendes erwähnt.

Vor Allem, besonders an sehr winzigen Augen, kommt es auf möglichst feine Schnitte beziehungsweise auf gute Härtung und auf ein haarscharfes Messer an. Das Zweite ist dann eine möglichst schonende Entfärbung. In der Regel leistete mir mit etwas 35 % Kalilauge versetztes conc. Glycerin gute Dienste. Durch rechtzeitige Neutralisirung resp. Ansäuerung mit entsprechend verdünnter Salzsäure erhält man dann oft schöne Kerntinctionen, oder kann nöthigenfalls nach gehöriger Auswaschung des Präparates eine künstliche Tinction mit Haematoxylin oder einer Carmin-Solution versuchen; in letzterer Hinsicht empfiehlt sich besonders das Grenacher'sche Alaun- und Borax-Carmin. Die Präparate werden am Besten in ziemlich conc. Glycerin aufbewahrt; manchmal leistet aber auch Aufhellung mit Kreosot ganz vortreffliche Dienste. Haupterforderniss ist auch eine gut definirende Linse. Wo nichts

Anderes bemerkt wird, habe ich mich des ausgezeichneten Immers. Systems III von Zeiss bedient.

Zuletzt noch ein paar Worte über die Anordnung der Untersuchungsergebnisse.

Da, namentlich an einem so complicirten Organ, eine vergleichende Darstellung der Einzelbestandtheile und ihrer Modificationen bei den einzelnen Untersuchungsobjecten immer die klarste und vor Allem die bündigste ist, war eine solche auch in meinem Plan gelegen; bei der äusserst dürftigen Anzahl der bisher näher studirten Nereiden-Augen schien mir aber schliesslich doch eine solche Behandlungsweise sehr verfrüht und ich gebe daher für jedes der untersuchten Sehorgane eine besondere Beschreibung, jedoch so, dass ich mit den bestbekanntesten und am höchsten differencirten d. i. mit jenen der Alciopiden beginne, und hier zugleich auch die wichtigsten allgemeinen Fragen zur Erörterung bringe.

Am Schlusse folgt dann noch eine kurze Uebersicht der Hauptresultate sowie ein Ausblick auf gewisse verwandte Einrichtungen bei anderen Thierklassen, zumal bei den Cephalopoden.

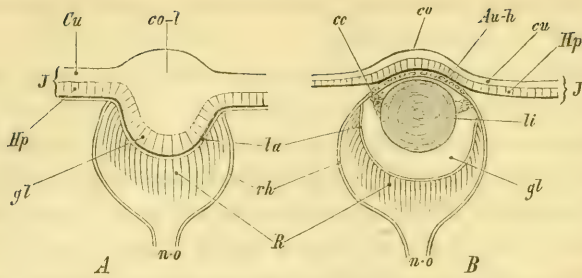
Dagegen bleibt eine Erörterung der physiologischen Verhältnisse dieser Augen vorläufig ganz ausgeschlossen; eine solche kann ja überhaupt erst Erfolg haben, wenn man das Anatomische vollständig kennt — und davon sind wir einstweilen, wie mich dünkt, leider noch sehr weit entfernt.

Fam. Alciopiden.

(*Alciopé Contrainii* Delle Chiaje)¹).

Um sofort auf unser Hauptziel, d. i. auf die Vergleichung der Augen dieser Würmer mit dem Tracheaten-Stemma loszugehen, so ist hier vor Allem ihr Verhalten zum allgemeinen Integumente in Betracht zu ziehen.

1) Ein äusserst gut (in Osmiums.) conservirtes Exemplar dieses Wurms verdanke ich meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. C. Heller in Innsbruck, der mir auch mit gewohnter Bereitwilligkeit einige der für diese Untersuchungen benutzten Anneliden bestimmte.



Erklärung des Holzschnittes.

A. Schema eines Tracheaten-Stemmas. B. Schema eines Alciopidenauges (nach der Auffassung von Greeff). J Integument, Cu Cuticula, Hp Hypodermis derselben, gl Glaskörper, rh Retinahülle, la vorderer Abschnitt derselben (Hyaloidea), Au-h Fortsetzung der Retinahülle über den äusseren (vorderen) Augentheil (Allgemeine „Augenhaut“) co Cornea, co-l Cornea-linse, li freie Linse, cc corpus-ciliare, n-o nervus opticus.

Bei den Tracheaten ist dieses durch Grenacher und mir selbst vollkommen ins Klare gestellt. Das typische Stemma (bestehender Holzschnitt A) besteht aus zwei übereinanderliegenden (durch die dunkle Linie geschiedenen) Haupttheilen, dem dioptrischen Abschnitt, der nichts Anderes als eine mehr oder weniger modificirte Strecke des Integumentes (Cuticula (Cu) und Hypodermis (Hp)) ist und der Retina (R), die allseitig durch eine besondere Hüllmembran, die zuerst von mir hier nachgewiesene präretinale Zwischenlamelle (la) von jenem äusseren Augentheile abgesondert ist. Ganz anders verhielte es sich dagegen, wenigstens nach der bisherigen Darstellung, bei den Alciopiden. Speciell Greeff unterscheidet nämlich bei *Nauphanta celox* Greeff (9 p. 119 u. 120 Fig. 1 u. 2) von Aussen nach Innen und bis zur Retina folgende Schichten. 1) Die „structurlose“ Integument-Cuticula (Schema B cu), welche gleich der folgenden Lage „direct und anscheinend unverändert auf den Augapfel übergeht“. 2) Die Hypodermis (Hp) oder die „epitheliale Zellschicht“, die auf seiner Uebersichtsfigur im Vereine mit der vorhergehenden einfach als doppelconturirter Grenzsaum dargestellt wird. 3) Die sog. „Augenhaut (Au-h)“. „Sie kommt von der Oberfläche des Gehirns, das sie umhüllt und setzt sich direct auf den Bulbus fort, denselben allseitig (mit Ausnahme der Eintrittsstelle des Sehnerven) umhüllend.“ Diese von Greeff wie eine Cuticula abgebildete Membran wäre

viel feiner als das Integument, verdicke sich aber an der (cornealen) Aussenfläche (Schema Au-h) und lasse hier auch „Züge von langgestreckten aneinanderstossenden Kernen in ihrem Inneren erkennen.“ 4) Die kugelige Linse (li), deren anscheinend cuticuläre Hülle oder Kapsel nach Greeff's Zeichnung direct an die frühere Membran angränze, während die eigentliche Substanz aus einer concentrisch geschichteten „äusseren und inneren“ Lage bestände. 5) „Ein kernhaltiger oft netzförmig durchbrochener, die Linse in einer breiten äquatorialen Zone umgebender und sie befestigender Ring (corpus eniliare?) (cc). 6) Der umfangreiche und, nach der Zeichnung zu urtheilen, vollkommen structurlose Glaskörper (gl) und 7) endlich die zarte, die Retina vom Glaskörper trennende Hyaloidea (la).

Nach dieser Darlegung wäre offenbar der Unterschied zwischen dem Alciopiden- und Tracheatenauge ein ganz fundamentaler. Während nämlich beim letzteren ein Haupttheil, d. i. das gesammte dioptrische System kein besonderes, d. i. nur dem Auge allein eigenthümliches Gebilde, sondern vielmehr, wie schon erwähnt, nur ein Abschnitt des allgemeinen Integumentes ist, wäre nach Greeff (u A.) das Alciopidenauge in toto ein vom Integument völlig unabhängiger, für sich allein isolirbarer Körper, und es leuchtet wohl von selbst ein, dass unter solchen Umständen von einer directen Vergleichung der lichtbrechenden Abschnitte beider Augen unmöglich die Rede sein könnte.

Ohne auf die naheliegenden Gründe einzugehen, welche mir schon von vorne herein gegen den von Greeff behaupteten subintegumentalen Charakter des Alciopiden-Krystallkörpers zu sprechen scheinen, gehe ich ohne Weiteres auf die Darlegung meiner eigenen Untersuchungen über, die mich in der That zu einer ganz anderen Auffassung geführt haben.

Es handelt sich hierbei in erster Linie offenbar um die Frage, ob sich bei den Alciopiden wirklich zwischen Integument und Krystallkörper (resp. Linse) eine besondere „Augenhaut“ einschiebt, oder mit anderen Worten, ob sich hier die Retinahülle, wie sie auch dem Tracheatenstemma zukommt, auf den lichtbrechenden Abschnitt fortsetzt und sich darüber hinwegzieht.

Am Meridionalabschnitt auf Fig. 1 beachte man zunächst, dass das Auge wirklich, wenigstens soweit die Retina reicht, von einer besonderen (meist, aber nicht treffend als Sclera bezeichne-

ten) Membran (sc) umkleidet wird, die sich als eine direkte Fortsetzung der Hirncapsel erweist.

An sehr feinen Schnitten erscheint diese Haut als ein sehr dünner und vollkommen homogener Grenzsaum, der seiner ganzen Beschaffenheit wegen oft schwer von gewissen mit ihm parallel laufenden Fasern des angrenzenden Stützgewebes zu unterscheiden ist.

Bei Zusatz von Carmin färbt sich diese Augenhaut meist intensiv roth und da hier in der Regel die Tinction viel rascher eintritt als in den angrenzenden Geweben, so ist ihr Verlauf ausserordentlich deutlich zu erkennen. Sie erscheint dann als eine schmale glänzend rothe Leiste, in der wir niemals irgend ein Kerngebilde sehen konnten.

Wegen dieser Umstände und weil sich, meiner Erfahrung gemäss, bei den Anneliden gerade gewisse Cuticularmembranen, wie z. B. die des Integumentes, auffallend leicht mit Carmin imbibiren, muss ich die Augenhaut genau so wie am Tracheatenstemma und in Uebereinstimmung mit Leydig (8) für eine echte Cuticula halten.

Dies scheint mir nun für unsere Frage von grosser Wichtigkeit. Wenn nämlich die sog. Augenhaut wirklich eine Cuticula ist, so kann jener corneale Abschnitt (Schema B Au-le), von Greeff (s. o.) angibt, dass letzterer beträchtlich verdickt und im Innern mit Kernzügen versehen ist, nicht wohl der Augenhaut selbst angehören, sondern muss eine andere Bildung sein; denn die eventuelle Annahme, dass die gesammte Augenhaut von vorne herein eine zellige, resp. bindegewebige Schicht sei, die sich erst nachträglich im hinteren Abschnitt homogenisirt hätte, entbehrt vorläufig jeglicher Begründung.

Im Uebrigen will ich vorläufig nur kurz konstatiren, dass ich die fragliche Hüllmembran nie über den Rand des Retinabechers hinaus habe verfolgen können, während ich mich bei mehreren andern Würmern, z. B. bei Nereis, Nephthys, Hesione u. s. w. auf das Sicherste überzeugt habe, dass sie sich am Rande des Retinabechers (Fig. 16 und 32 u) in das Innere des letzteren einschlägt und so unmittelbar mit der ganz ähnlich beschaffenen und nur etwas zarteren Glashaut (Fig. 1 u. 2 la) zusammenhängt. Demnach glaube ich mit Grund annehmen zu können, dass der Vorderabschnitt der sog. „Augenhaut“ auch bei den Aleiopiden

keineswegs die Grenze zwischen dem Auge als Ganzes genommen und dem äusseren Integument, sondern vielmehr, ganz wie beim Tracheatenstemma, eine interoculäre, d. i. quer mitten durch das Auge gehende Scheidewand zwischen dem retinalen inneren und dem dioptrischen äusseren Abschnitte darstellt.

Das Weitere, ich meine speciell die Beziehung des Auges zum Integument, wird sich aus der folgenden Detail-Schilderung ergeben.

Dioptrischer Abschnitt.

Der Schnitt Fig. 1 zeigt zwischen der corneaartig vorgewölbten Integument-Cuticula (Co, ab) und dem von der Hyaloidea (la) ausgekleideten Boden des Retinabechers eine sphärische Höhlung, deren äquatorialer Durchmesser beinahe doppelt so gross wie der axiale ist.

Bis auf eine schmale Zone vorne und hinten, wird der ganze Mittelraum dieser Augenhöhlung oder Augenkammer von der hier auffallend grossen und im Ganzen kugelig erscheinenden Linse eingenommen, die ringsum von einer besondern Cuticula (lea) umschlossen wird. Der übrig bleibende Raum der Höhle entspricht dann dem sog. Glaskörper der Autoren. Nach Greeff fände man in diesem Raum nur im äquatorialen Umfang der Linse eine Art (zelliges) Gewebe, während der übrige und namentlich der hintere Theil von einer ganz homogenen (flüssigen?) Masse erfüllt wäre, indem Greeff diesen ganzen Raum auf seiner Uebersichtsfigur einfach unausgefüllt lässt.

Auf unserm Schnitt steht aber die Sache wesentlich anders. Ein deutlich zelliges Gewebe sehe ich nämlich nicht bloss im äquatorialen Umfang der Linse, sondern es ist im intacten Zustand der gesammte Kammerraum von einem solchen erfüllt, das sich jedoch zuweilen in Folge der Härtung und partiellen Schrumpfung stellenweise (an unserer Figur 1 rechts z. B.) vom Retinabecher oder seltener auch von der Linse ablöst. Das, was man Glaskörper nennt, ist also hier so gut wie beim Tracheatenstemma unzweifelhaft eine zellig differenzirte

oder organisirte Substanzlage. Da man im äquatorialen Umkreis der Augenkammer, wo der Glaskörper allein eine grössere Mächtigkeit erreicht, auch bei der sorgfältigsten Behandlung oft nichts Anderes als eine feinkörnige Masse mit eingestreuten Kernen erblickt, könnte man zunächst glauben, dass derselbe ein analoges Gewebe wie das Corpus vitreum der Wirbelthiere wäre. Dies ist aber keineswegs der Fall, sondern der Glaskörper ist nach meinen Erfahrungen nichts Anderes als ein Epithel, das im centralen Theil (hinter der Linse) ziemlich niedrig ist, während es, correspondirend mit der Stäbchenschichte seitlich eine grössere Mächtigkeit erlangt.

Am Besten erkennt man dies Verhalten in jenem schmalen Abschnitt, der sich hinten zwischen die Linse und der entsprechenden tellerartigen Einsenkung der Retina einschleibt und in der Figur 1 mit gl bezeichnet ist.

Bei geeigneter Behandlung sieht man in dieser von zwei Cuticularhäuten eingefassten Zone (Fig. 2 gl) eine Reihe von Kernen und zwischen denselben radiär, d. i. also senkrecht zur Fläche verlaufende Linien, die ihres gleichmässigen Abstandes und ihrer ganzen Beschaffenheit wegen nichts Anderes als die Seitenconturen von Zellen sein können.

Die Deutung dieser Zone als einer epithelialen Schichte ist um so sicherer, als sie ihrem ganzen Habitus nach vollständig mit dem Integument-Epithel oder der Hypodermis (Hp) übereinstimmt. An den Rändern der tellerförmigen Grube, wo sich die in Rede stehende Glaskörperzone allmählich verdickt, erscheinen die radiär verlaufenden Zellgrenzen allerdings undeutlicher, stellenweise sieht man dieselben aber doch und überzeugt sich, dass die Zunahme in der Dicke der ganzen Schichte lediglich auf einer Verlängerung ihrer Elemente beruht.

Nach dem lässt sich nun, wie mich dünkt, wohl kaum verkennen, dass zwischen dem Glaskörper des Aleiopiden- und Tracheatenauges eine bedeutsame Aehnlichkeit herrscht, ja, die Uebereinstimmung wäre geradezu eine vollständige, wenn man sich die Aleiopiden-Linse mit der cornealen Integument-Cuticula verschmolzen denken dürfte.

Letzteres ist aber bekanntlich schon deswegen nicht zulässig, weil sich zwischen den genannten Theilen eine besondere Gewebslage einschleibt, deren nähere Beziehung einerseits zum Integument

und andererseits zum Glaskörper bei der uns hier beschäftigenden Frage den Ausschlag gibt.

Leydig zeichnet auf der mehrcitirten Abbildung zwischen dem vorderen Linsenrand und dem cornealen Abschnitt der Integument-Cuticula nichts Anderes als eine Schichte niederer Epithelzellen, die sich als directe Fortsetzung der allgemeinen Hypodermis erweist, gibt aber gleich Greeff an, dass darunter noch eine nach der Zeichnung zu urtheilen, allerdings sehr dünne „homogene“ Haut, nämlich die Fortsetzung der Sclerotica liege, welche letztere aber, nach Greeff, bekanntlich gerade an dieser Stelle beträchtlich anschwellen und mit Kernen versehen sein soll.

Ich selbst finde, wie Zeichnung 1 (Hp) darthut, die bewusste Schichte genau so, wie sie Leydig abbildet, d. i. als ein Epithel, war aber auch nach wiederholter und sorgfältigster Behandlung dieser Partie bisher niemals im Stande, ausser der Linsenkapsel noch eine zweite Cuticula zu sehen.

Nur an einem, in Kalilauge stark aufgequollenen und sehr dünnen Schnitt (Fig. 1*), zeigte sich am Rande des cornealen Epithels, wo die Zellen (z) auffallend lang (0,04 mm) und gegen das genannte Reagens sehr resistent erscheinen, ein mitten durch sie hindurch gehender Riss, der sich noch weiter gegen die Mitte der Cornea zu ausdehnte.

Das Wichtigste ist nun aber die Thatsache, dass dieser integumentale Augentheil im Umkreis der Cornea durch keinerlei Zwischenlage vom eigentlichen Glaskörper getrennt ist, sondern (vgl. Fig. 1* Hp, gl) mit letzterem zusammen eine einzige, die Linse mantelartig umgebende Gewebszone darstellt.

Bei Nereis werden wir uns ferner überzeugen, dass der gesammte lichtbrechende oder präretinale Augenkörper nichts Anderes als eine zapfenartige, in den Retinabecher vorspringende Verdickung der Hypodermis ist, und so denke ich, haben wir keinen Grund, dem Gesamtglaskörper der Alciopiden, trotz seiner höheren Differenzirung, eine andere Bedeutung beizulegen.

An das Mitgetheilte schliesse ich noch einige Bemerkungen über den linsenartigen Binnenkörper. Mit Greeff unterscheide ich daran die Umhüllungshaut oder Linsencapsel und den eigentlichen Linsenkörper. Erstere ist, gleich der „Augenhaut“, eine vollkommen structurlose glattrandige und, so viel ich sehe, überall gleich dicke Membran, welche dem Linsenkörper überall unmittelbar an-

liegt und denselben scharf nach Aussen abgrenzt. Gleich der Augenhülle und der präretinalen Grenzlamelle (Fig. 2 la) färbt sie sich auch sehr rasch und intensiv in Carmin (Fig. 2 lca).

Nach diesem ganzen Verhalten und da sie bei mehreren anderen Würmern (Fig. 17 lk) deutlich geschichtet ist, darf sie wohl als eine Cuticularbildung bezeichnet werden.

Ueber den Linsenkörper selbst sind mir nur wenige Angaben bekannt. Leydig bezeichnet ihn als „granulär und geschichtet“. Auf der einschlägigen Abbildung (Fig. 136 d) erscheint die Schichtung concentrisch und zwar sowie auch bei Greeff (9 Fig. 1 c) gleichmässig durch die ganze Dicke der Linse. In beiden Figuren sieht man nebstdem eine Abtheilung durch eine dunkle Kreislinie, und Greeff spricht ausdrücklich von einer äusseren und inneren Schichte.

An meinen Schnittpräparaten finde ich dagegen überall drei Schichten, die ich als Rinden-, Mittel- und Kernschichte bezeichne. Diese unterscheiden sich z. Th. schon durch ihre Färbung, indem sich die äusseren zwei Lagen ziemlich leicht mit Carmin imbibieren, während der Linsenkern auch nach länger Einwirkung der Tinctionsflüssigkeit die ursprüngliche gelblichbraune Osmiumfärbung beibehält. Was zunächst den letzteren (Fig. 1 lk) anbelangt, so macht er den Eindruck eines völlig homogenen stark lichtbrechenden Körpers, der von zahlreichen grösseren und kleineren Sprüngen durchsetzt ist. Stellenweise, namentlich nahe dem Rande, erscheinen letztere als z. Th. fast parallel mit der Peripherie verlaufende, also concentrische Linien, anderwärts aber nehmen sie einen ganz unregelmässigen theils welligen, theils zickzackförmigen Verlauf und die Kernsubstanz sieht häufig auch wie zerbröckelt aus. Dies Alles scheint mir nur mit der üblichen Annahme, dass der Kern der Aleiopidenlinse im natürlichen Zustand einen geschichteten Bau besitze, nicht wohl vereinbar zu sein; ich muss jedoch aus Mangel an frischem Untersuchungsmaterial die Entscheidung dieser Frage in der Schwebe lassen.

Eigenthümlich erscheint die Structur der gegen den Kern hin scharf abgegrenzten Mittelschichte (lm). Im Gegensatz zum Kern, der, z. Th. wenigstens, wie ein grobfaseriges Gebilde aussieht, erinnert sie an ein feinbrilläres Gewebe, jedoch ohne Spur irgend einer Zell- oder Kernbildung. Die fast unmessbaren zarten Fäserchen oder Lamellen, aus denen sie zu bestehen scheint, laufen aber nicht

parallel dem Linsenumfang, sondern gleich den Windungen eines Kranzes, in schiefer Richtung von Innen nach Aussen und verlieren sich hier ohne scharfe Grenze in die Linsenschale.

Am Wenigsten klar bin ich über die Natur der letzteren. Bei schwacher Vergrößerung glaubt man allerdings nichts weiter als eine Lage feinkörniger Masse vor sich zu haben.

Tingirt man aber mit Carmin, hellt dann gut in Kreosot oder Glycerin auf und mustert die betr. Zone anhaltend mit einem starken System, so erkennt man am Rande von Stelle zu Stelle grössere intensiver gefärbte Klümpchen, die z. Th. den Eindruck von Kernen machen. Dies und gewisse Andeutungen einer radiären Streifung der ganzen Schichte legen einem die weiterer Prüfung dringend empfohlene Frage nahe, ob man es vielleicht, analog wie an der Wirbelthier- und z. Th. auch an der Cephalopodenlinse, mit einem Epithel zu thun hat, dessen zellige Elemente sich nach Innen in die bewussten Faserzüge der Mittelschichte fortsetzen. Bei den übrigen Würmern habe ich indess nicht bloss keine solchen kernähnlichen Einlagerungen, sondern, im Gegentheil, Verhältnisse bemerkt, die mit der Annahme einer zelligen Constitution der Linsenrinde absolut unvereinbar sind.

Hinsichtlich der chemisch-physikalischen Beschaffenheit der Linsensubstanz muss noch betont werden, dass sich dieselbe u. A. in Kalilauge relativ leichter auflöst als die zelligen Gewebe der Umgebung; das beweist hinlänglich, dass die Linse, falls sie überhaupt eine Cuticularbildung ist, auf keinen Fall mit gewissen, optisch z. Th. sich ganz analog verhaltenden chitinogenen Straten verglichen werden darf, wie denn überhaupt die Ausscheidungsproducte der Hypodermis chemisch von höchst ungleicher Qualität sind.

Retina.

Während der dioptrische Abschnitt des Aleiopidenauges, wie sich aus dem früheren ergibt, bisher nur sehr ungenau erforscht war, liegen über die Retina weit eingehendere und zuverlässigere Angaben vor, und ist insbesondere die Darstellung Greeff's eine so genaue und zutreffende, dass ich mich im Folgenden hauptsächlich nur auf die Erörterung einiger, aber allerdings sehr wesentlicher Differenz-Punkte beschränken kann.

An einem meridionalen Schnitte des Auges zeigt die Retina die Form eines Bechers, dessen breiter Boden ziemlich flach erscheint, während seine Ränder gegen die Cornea zu sehr stark zusammenneigen. Der mittlere (centrale) Theil des Retinabodens, d. i. der hinter der Linse gelegene, zeigt sich ferner auf meinen Präparaten napfförmig eingedrückt; möglicherweise ist aber diese Vertiefung, z. Th. wenigstens, auf die bei der Härtung sich einstellenden Niveauveränderungen zurückzuführen.

Mit Greeff unterscheide ich dann an der Retina vier verschiedene etagenartig übereinanderliegende Schichten, nämlich von aussen¹⁾ (d. i. vom Glaskörper) nach Innen (gegen d. n. opt.) gehend 1. die Stäbchenschicht (Fig. 1 st), 2. die Pigmentschicht (pg), 3. Greeff's kernhaltige Säulenschicht (gz) und 4. die Opticus-faserschicht (fa). Von diesen Straten ist die Stäbchen- und Säulenschicht im Ganzen die mächtigste, während die Pigmentschicht (am Schnitte) nur ein schmales Band zwischen beiden bildet. Die früher bezeichneten zwei Lagen bestehen aus länglichen und unter einander gleichartigen Elementen, die pallisadenartig nebeneinanderstehen und so das Aussehen eines Cyliinderepithels bedingen. Die betreffenden Elemente sind ferner so angeordnet, dass die der äusseren Schichte, d. h. die Stäbchen, nach vorne und zwar gegen die Linse convergiren, während die der inneren Schichte, d. h. die Säulen, nach hinten gegen den Nervus opticus zusammenneigen.

Daraus ergibt sich von selbst, dass die Stäbchen der centralen Partie (d. i. der Retinagrube) in der geraden Fortsetzung der Säulen liegen, während beiderlei Elemente an den peripherischen Regionen unter einem mehr oder weniger grossen Winkel aneinanderstossen, ein Verhältniss, das in der Greeff'schen Uebersichtsfigur (1) nicht präcise genug dargestellt ist. Dagegen sieht man auch hier, ähnlich wie an unserer Zeichnung, dass jenes centrale Segment der Retina, welches der Cornea gerade gegen-

1) Es scheint mir ganz unzweifelhaft, dass meine Bezeichnung der räumlichen Verhältnisse, nach welcher die dem Intugement zugekehrte und zugleich terminale Retinaseite als die äussere genommen wird, wenigstens am Auge der meisten Wirbellosen weit logischer ist als die umgekehrte, welche die Höhlung des Netzhautbechers als Ausgangspunct der Orientirung, d. i. als Inneres auffasst. Eine Einheitlichkeit in dieser Beziehung wäre dringend zu wünschen.

überliegt, auffallend dünner ist wie die übrige Partie, und dass diese Verdünnung in gleicher Weise sowohl die Stäbchen- als die Säulenschicht betrifft. Während nämlich erstere z. B. an den Rändern des Retinabodens, wo sie am mächtigsten ist, bei 0,06 mm Dicke hat, misst sie an der schmalsten Stelle nur 0,03—0,04 mm, und analog verhält es sich mit der Säulenschichte.

Bearbeitet man eine Partie (Sector) eines dünnen Retina-Tiefenschnittes, nach vorheriger Maceration mit Nadeln, so findet in der Regel eine Lockerung des Zusammenhanges in der Weise statt, dass sich die Stäbchen- oder auch die Säulenschichte von der Pigmentzone abhebt, während eine Trennung in radialer Richtung viel seltener vorkommt. Darnach scheint es, als ob die betreffenden drei Schichten vollkommen selbständige, d. i. unter einander nicht continuirlich verbundene Lagen wären. Bei entsprechender Behandlung gelingt es indess doch bisweilen auch eine radiäre Zerspaltung und zwar durch die gesammte Dicke der Retina herbeizuführen. Im günstigsten Falle erhält man dann Elemente, wie ein solches in Fig. 2 bei c (von Greeff in seiner Figur 7) dargestellt ist. Man sieht hier ein langes pallisadenförmiges Gebilde, das, der allgemeinen Retina-Schichtung entsprechend, in drei Hauptabschnitte zerfällt, nämlich in einen äusseren, das Stäbchen, in einen mittleren, das pigmentirte Einsatzstück und in einen inneren, die Säule, welche letztere sich in eine Opticusfaser (fa) fortsetzt. Diese Abschnitte haben wir nun näher zu betrachten, wobei wir gleichfalls wieder die Angaben Greeff's zu Grunde legen.

Die Stäbchen zeigen nach Greeff bei den von ihm untersuchten Aleiopiden „zwei von einander verschiedene Formen“, die aber, so viel man aus Greeff's Arbeit entnimmt, niemals nebeneinander vorkommen, wenn auch, wie wir noch hören werden, eine und dieselbe Stäbchenform in den verschiedenen Regionen einer und derselben Retina gewisse, aber von mir nicht näher studirte Modificationen darbietet.

Die eine häufigste Stäbchenform bezeichnet er als lange, dünne cylindrische Pallisaden (Stäbchen i. e. S.), die andere, die er, wie es scheint, nur bei *Nauphanta celox* Greeff beobachtete, als Kolben.

Was nun zunächst die „cylindrischen Stäbchen“ anlangt, so betrachtet es Greeff als die erste auffallende Erscheinung, dass

dieselben keine gleichmässig zusammengesetzten soliden Gebilde sind, sondern aus einer äusseren, festeren, homogenen Wandung oder Rindenschicht und einer hiervon verschiedenen weicheeren, mehr oder minder körnigen Innenschicht bestehen, mit anderen Worten, dass sie mit einem weichen Inhalt erfüllte dickwandige Röhren sind.

Diese Thatsache ergibt sich nach Greeff u. A. aus Folgendem. Erstens einmal aus dem Umstande, dass die Stäbchen, was ich selbst allerdings nie beobachtete, aber durchaus nicht bezweifle, in ihrem innern Längskanal mit demselben Farbstoff erfüllt sind, den man in der eigentlichen Pigmentschicht vorfindet. Am Besten überzeugt man sich aber vom tubulösen Charakter dieser Gebilde an günstigen Querschnitten, wie solche, mit Immers. III. besehen, auch unsere Figur 5 A darstellt. Man unterscheidet hier deutlich die dicke, homogene und sehr stark lichtbrechende Rindenschicht und dann das von ihr umschlossene Lumen mit dem körnigen Inhalt, in dem bisweilen einige grössere stark lichtbrechende, wohl durch Gerinnung entstandene Bröckelchen auffallen. Mit diesem Verhalten harmoniren auch die Längsansichten bei verschiedener Einstellung, indem man z. B. im optischen Durchschnitte, allerdings nur mit sehr guten Systemen, das Stäbchen von zwei ziemlich breiten und glänzenden Leisten begrenzt findet.

Mit Bezug auf eine weitere Eigenthümlichkeit der Stäbchen möcht' ich hier zunächst betreffs der Form derselben darauf hinweisen, dass dieselben nach meinen Beobachtungen nicht, wie dies Greeff angibt, der ganzen Länge nach cylindrisch, sondern wenigstens nach Innen zu deutlich prismatisch und zwar meist sechskantig sind.

Dies ergibt sich einmal aus dem betreffenden Querschnitt (Fig. 5 B), und dann auch aus gewissen Flächenansichten.

Bei einer bestimmten Einstellung sieht man nämlich scheinbar im Längskanal des Stäbchens eine feine dunkle Linie, die Greeff (vgl. s. Figur 4 u. 7) auf einen zarten, mit dem n. opticus verbundenen Axenfaden bezieht, auf den ich noch später zurückkomme. Ich muss nun bemerken, dass ich mehrmals bei Verschiebung des Tubus, neben dieser einen Linie noch eine zweite mit ersterer kaum in Zusammenhang zu bringende, wahrnahm und glaube ich, dass diese Linien nur auf die Kanten des prismatischen Stäbchens bezogen werden können.

Die bereits angezeigte Eigenthümlichkeit der Stäbchen ist nun die, dass ihre Wandung, die nach Greeff im frischen Zustand vollkommen glatt und homogen sein soll, nach Behandlung mit den üblichen Conservirungs- und Härtungsreagentien (Chromsäure, Alcohol, Osmiumsäure etc.) eine von Greeff als Quersteifung bezeichnete Differenzirung darbietet.

Da Greeff diesen Zustand auf seinen Fig. 5 u. 6 nur ganz beiläufig wiedergibt, dürfte eine etwas genauere Abbildung, wie sie unsere Figur 4* bietet, nicht unwillkommen sein.

Sie gibt (nach Zeiss Immers. III. Oe. IV) das Stäbchen im optischen Längsschnitt. Im Vergleich zum körnigen und ziemlich matten Inhalt erscheint hier nun die Wandschicht resp. Wandleiste (w*) stark lichtbrechend und zwar (an mit Osmium behandelten Objecten) gelblich. Diese Wand- oder Stäbchensubstanz bildet aber, wenn man recht scharf einstellt, kein Continuum, sondern löst sich in schmale Balken auf, die wechselweise durch minder stark lichtbrechende und völlig farblose, gleichsam als Lücken erscheinende Zwischenstücke getrennt sind.

Darnach scheint also die Stäbchenwand eine analoge Plättchenstructur zu besitzen, wie bei vielen anderen Augen.

Mit Bezug auf Greeff's Darstellung in Fig. 5, wo er die abwechselnd helleren und dunkleren Querstreifen sich ringförmig um das Stäbchen ziehen lässt, muss ich aber bemerken, dass ich dergleichen nie gesehen, sondern mich überzeugt zu haben glaube, dass jede der sechs Seitenwände ihre besondere Streifung hat.

Am Prägnantesten sah ich die in Rede stehende Structur nach Behandlung mit 35% Kalilauge; im Uebrigen ist die Streifung oft sehr unscheinbar.

Besonders sei dann noch angemerkt, dass diese Gebilde im Gegensatz zu den oft starren und leicht zerbrechlichen Stäbchen gewisser anderer Thiere sich als ausserordentlich zäh und biegsam erweisen¹⁾.

Was schliesslich die sog. kolbenförmigen Stäbchen, die wir

1) Auf Grund eigener Beobachtungen möcht' ich bezweifeln, dass die Stäbchen des Schneckenauges wie Simroth (Sinnesorgane der einh. Mollusken) angibt, je sich abblättern; die einschlägigen Bilder lassen eine ganz andere Deutung zu, und die betr. Augen selbst bedürfen noch gar sehr einer methodischeren Untersuchung.

selbst nicht zu beobachten Gelegenheit hatten, anbetrifft, so gleichen sie nach Greeff ihrer Structur nach im Wesentlichen den pallisadenförmigen, nur mit dem Unterschied, dass ihre Wandung in einiger Entfernung vom innern zugespitzten Ende durch locale Verdickung sich derart differenzirt, dass sie am Querschnitt das Bild zweier dicker, durch eine schmale dünne Haut verbundener Halbringe, beziehungsweise in toto das einer geöffneten Pincette gibt.

Von den übrigen zwei Retinalagen wollen wir zunächst die basale oder Säulenschicht in Augenschein nehmen.

Dieselbe ist unstreitig relativ am leichtesten zu erforschen und fallen hier auch im Wesentlichen meine Beobachtungen mit jenen Greeff's zusammen, aus dessen Darstellung ich folgende Hauptpunkte hervorhebe.

Die Basalschichte (Fig. 1 gz, Fig. 3 bas) besteht aus hart aneinanderliegenden, in ihrem äusseren Abschnitt sechskantigen Schläuchen, die sich gegen die Pigmentschichte zu etwas verschmälerten, während sie nach Innen z. Th. wohl in Anpassung an den weiteren Raum schwach kolbenförmig anschwellen. Weiter nach Innen verengern sie sich dann wieder und gehen schliesslich in der aus der Fig. 2 fa' ersichtlichen Weise je in eine Faser des Opticus über.

Das Wichtigste an diesen Schläuchen ist aber der Umstand, dass jeder derselben mit einem besonderen deutlichen Kern versehen ist, welcher in dem kolbenartig erweiterten Basaltheil oder Fuss des Schlauches liegt.

Greeff beschreibt diese Kerne (Fig. 4* gk) als „länglich oval scharf (doppelt!) konturirt und versehen mit einem kleinen glänzenden Kernkörperchen“. Bei einigen Aleiopiden z. B. bei *Nauphanta celox* ist ferner nach Greeff der äussere (unser innerer) den Kern enthaltende Theil der „Säule“ mit einer viel dunkleren und grobkörnigeren Substanz erfüllt als der mittlere und innere Theil (s. Fig. 13), und tritt daher bei Durchschnitten durch die ganze Retina dieser Theil zuweilen als eine besondere dunkel granulierte Schicht hervor.

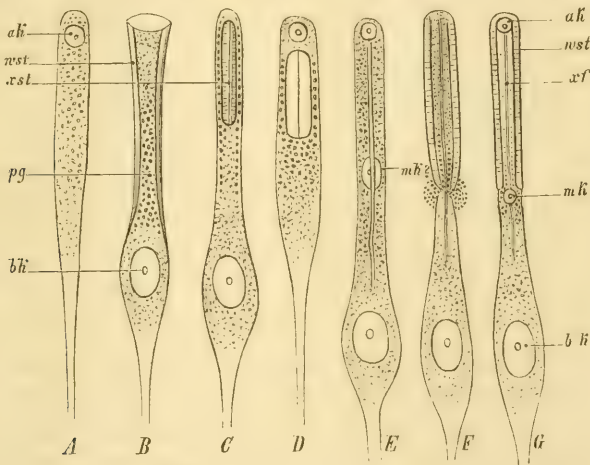
Mit Bezug auf das angegebene Verhalten betrachtet nun Greeff die „kernhaltige Säule“ als eine „wirkliche (Seh-)Zelle“ und ist vom rein anatomischen Standpunct aus, da er sonst innerhalb der gesammten Pallisadenschichte keine weitere Kernlage

nachzuweisen vermochte, „geneigt, die ganze Retina des Alciopidenauges, die Stäbchen-, Pigment- und kernhaltige Säulenschicht als eine einzige Zellschicht, d. h. als aus einer einzigen Zellschicht hervorgewachsen anzusehen“.

Wie man sieht, kommt hier Greeff im Wesentlichen genau zur selben Anschauung, wie sie Grenacher später, und wie es scheint ganz unabhängig von ihm, auf Grund der umfassendsten Untersuchungen für das Arthropodenauge entwickelt hat und die Hauptaufgabe dieser Schrift ist es bekanntlich, die Zulässigkeit dieser Auffassung näher zu prüfen und zu erörtern.

Nach Grenacher ist bekanntlich die Arthropoden-Retina im Allgemeinen eine mehr oder weniger epithelartige Schichte einfacher, d. h. stets nur einen einzigen Kern führender Zellen.

Diese nach ihm aus dem Integument abzuleitenden Retinazellen hätten aber, und wohl durch Anpassung an die Sehfunction, verschiedene Differenzirungen erlitten, von welchen wir auf beistehendem Holzschnitt (II) nur dreierlei Formen vorführen. Die



Erklärung von Holzschnitt II.

Schemata von Retinalschläuchen der Tracheaten-Würmer.

- A. *Phryganea grandis* nach Grenacher (16) Fig. 35.
- B. *Dytiscus*-Larve „ „ „ 2 und 11.
- C. *Epeira* Vorderauge „ „ „ 19.
- D. „ Hinterauge „ „ „ 20.
- E. *Scorpio* nach mir.
- F. *Alciop*e nach Greeff (9) Fig. 7.
- G. „ „ mir.

ak äusserer, mk mittlerer, bk Basal-Kern, pg Pigment, wst parietales, xst axiales Stäbchen, xf Axenfaden innerhalb des Röhrenstäbchens.

einfachste ist die aus dem Phryganen-Stemma (A). Wir haben hier eine sozusagen noch ganz indifferente oder unentwickelte Sehzelle. Die zwei anderen Formen (B u. C) sind dagegen differenzierte. Als solche erweisen sie sich nämlich 1. durch die Ablagerung von lichtabsorbirendem Pigment und 2. durch die Bildung stark lichtbrechender Theile, vornehmlich im Vorderabschnitt der Sehzelle.

Die Beschaffenheit dieser stark lichtbrechenden Ablagerungen ist aber bei unsern zwei Typen verschieden. Beim ersten Typus (Dytiscus B) ist der betreffende Theil nichts Anderes als die verdickte Wand des vorderen Sehzellenabschnittes. Wir bezeichnen diese Bildung als *parietales* und wenn die Verdickung um das Zellende einen geschlossenen Mantel darstellt, als Röhrenstäbchen. Dabei dringt das Pigment zuweilen (vgl. Grenacher Fig. 9 u. 11) auch in das Innere des Stäbchens ein.

Beim zweiten Typus dagegen (C, D) erscheint der analoge Theil als ein im Ganzen solider und selbständiger d. i. dem Zellinhalt eingelagerter, mehr weniger stabförmiger Körper. Wir bezeichnen diesen als Stäbchen im engeren Sinne, oder als *axiales*, und bemerke man, dass hier das Pigment peripherisch um das Stäbchen abgelagert ist.

Aus der Vergleichung der verschiedenen von Grenacher nachgewiesenen Stäbchen zumal am Facettauge (z. B. s. Fig. 45 u. 47) scheint übrigens zur Evidenz hervorzugehen, dass die bezeichneten zwei extremen Typen von Stäbchen nur der Form und Lage nicht aber dem Wesen nach von einander verschieden sind.

Betrachtet man nun im Zusammenhalt mit den skizzirten zwei Formen von Sehzellen das Retinaelement der Aleiopiden, so wird Niemand läugnen, dass dasselbe in der That eine grosse Aehnlichkeit namentlich mit der ersteren Form d. i. mit der Sehzelle von Dytiscus verräth.

Wie diese besitzt es ja einen schlauchartigen mit einem grossen deutlichen Kern versehenen Hinter- und einen zu einem Röhrenstäbchen differenzierten Vorderabschnitt.

Ein Unterschied ergäbe sich zunächst nur, wenigstens unter Zugrundelegung des Greeff'schen Schemas (Holzschnitt F), im Verhalten der pigmentirten Zone.

Während nämlich bei *Dytiscus* das gesammte Pigment als ein Differenzierungsproduct des Zellinhaltes erscheint, befände sich dasselbe bei *Aleiop*e, z. Th. wenigstens ausserhalb des Retinalschlauches. In dem Sinne muss ich wenigstens Greeff's Fig. 7 deuten, wo der kugelige zwischen Stäbchen und Säule eingeschaltete Pigmentkörper (Fig. F pg) äusserlich von keiner Membran umgeben ist und dann dessen Bemerkungen p. 126 und 129, wo davon gesprochen wird, dass sowohl die Stäbchen, als die Säulen mit ihrem verjüngten Ende in die „ballenförmigen“ Pigmentkörper eintauchen und durch dieselben mit einander verbunden werden.

Diese Anschauung Greeff's, nach welcher sich die „Pigmentkörper“ offenbar weniger als verbindende denn vielmehr als trennende Zwischenglieder oder Diaphysen zwischen den Stäbchen und Säulen herausstellten, ist nun allerdings, wie ich gleich zeigen werde, nicht richtig; allein ich machte gerade an dieser Mittelzone noch andere Beobachtungen, die der bisherigen Auffassung der Retinalschläuche der *Aleiopiden* nichts weniger als günstig sind.

An feinen Tiefenschnitten durch die unentfärbte Retina erhält man bezüglich der Pigmentschichte in der Regel ähnliche Bilder wie sie Greeff auf Fig. 2, 3 und 9—11 darstellt. Insbesondere ist dabei beachtenswerth, dass die einzelnen Elemente dieser Lage mindestens ebenso breit als die Stäbchenenden erscheinen, und, wenigstens an den axialen Theilen der Retina, seitlich ganz hart aneinanderstossen.

Im Gegensatz zu Greeff muss ich aber zunächst hervorheben, dass nach meiner Erfahrung diese Elemente der Pigmentzone, wenigstens in ihrer natürlichen Lage, keine kugeligen „Ballen“, sondern kurze prismatische Gebilde sind. Dies ergibt sich einmal und zwar zur Evidenz aus der leicht zu beschaffenden Flächenansicht derselben. Hier erscheinen sie nämlich (Fig. 6 pg) nicht kreisrund, sondern als polygonale und zwar meist sechseckige Plättchen. Für die bezeichnete Form spricht aber auch die Längsansicht, insofern man auch hier keine kreisförmige, sondern eine viereckige und zwar je nach der Retina-Region, bald mehr quadratische, bald mehr in die Länge gezogene also rechtwinkelige Umgrenzung sieht.

An einigen besonders gelungenen Zupfpräparaten bemerkte ich dann ferner auf beiden Längsseiten des „Pigmentkörpers“ eine allerdings sehr zarte Membran, die ich nach hinten direct in die Wand der Säule verfolgen konnte. Dies spricht nun offenbar gegen die Greeff'sche Auffassung (p. 129), nach welcher die kernhaltige Säule mit ihrem verjüngten Ende in den Pigmentkörper eindringen soll, und deutet darauf hin, dass letzterer selbst nur ein Inhaltsbestandtheil des Retinalschlauches ist.

Dass der Pigmentkörper aber in der That auch in seinem ganzen (seitlichen) Umfang von einer Fortsetzung der Säulen-Wandung umgeben ist, zeigt dann am evidentesten wieder die schon erwähnte Flächenansicht, wo man um jeden Pigmentfleck einen schmalen ungefärbten Rahmen findet und bei tieferer Einstellung (an etwas schief liegenden Präparaten) sich unschwer überzeugt, dass diese Pigmentkörperhülle continuirlich in die der Säulen übergeht.

Entscheidend für die ganze uns hier beschäftigende Frage ist aber das Bild der pigmentirten Zwischenlage nach Behandlung mit Kalilauge.

Während in diesem Reagens, wenigstens an unseren Osmium-Präparaten, die Stäbchen- und Säulenschicht ihr ursprüngliches gelblichbraunes Aussehen beibehalten, hellt sich unter Lösung des Pigmentes die Mittellage so stark auf, dass es, namentlich bei schwacher Vergrößerung, den Anschein gewinnt, als ob die beiden übrigen genannten Schichten durch eine Spalte von einander getrennt wären.

Besichtigt man nun diese helle Zone bei sehr starker Vergrößerung, so erscheint sie (Fig. 4) als ein fast farbloses schwach körniges Band, das in regelmässigen der Stäbchenbreite entsprechenden Distanzen von dunkeln Querlinien durchzogen wird.

Da nun letztere genau mit den Seitenrändern der Stäbchen und Säulen zusammenfallen, so unterliegt es wohl keinem Zweifel, dass die betreffenden Abtheilungen den die Pigmentkörper beherbergenden prismatischen Fächern oder Schlauchtheilen entsprechen.

An solchen für die Beobachtung dieser Zone besonders günstigen Strecken, wo sich die Stäbchen abgelöst haben, sieht man ferner in der Regel am Vorder- (Aussen-) Rande der Mittellage eine gelblichglänzende schmale Leiste, die leicht für eine beson-

dere diese Schichte abgrenzende Cuticula gehalten werden könnte; ich glaube indess, dass dieser Saum entweder der optische Ausdruck des z. Th. in Folge der Präparation etwas umgeschlagenen Randes dieser dünnhäutigen Fächer ist, oder dass sie durch Abtrennung der Basaltheile der Stäbchen entstehen.

Die Möglichkeit des Vorkommens einer besonderen dünnen Grenzlamelle, die dann aber jedenfalls siebartig durchbrochen sein müsste, möchte ich indess, da mir die genannten Erklärungen nicht vollständig genügen, doch nicht unbedingt ausschliessen²⁾.

Ich komme endlich zur Hauptsache, nämlich zum Nachweis, dass jedes der Fächer der Pigmentzone, oder, wenn man will, jeder Pigmentkörper ein besonderes Inhaltsgebilde besitzt, das ich seinem ganzen Verhalten nach als einen Kern betrachten muss.

Am Besten erkennt man zunächst diese Gebilde an der schon erwähnten Flächenansicht der nicht entfärbten Pigmentzone, namentlich nach vorheriger Aufhellung in Carbonsäure.

Man sieht da bei schwacher Vergrößerung eine dunkelbraune körnige Lage, die sich bei starker Vergrößerung in die bereits früher erwähnte Mosaik polygonaler Täfelchen auflöst.

In jedem dieser braunen Täfelchen bemerkt man nun, wie Figur 6 lehrt, einen besonderen kreisrunden Binnenkörper, dessen Durchmesser (0,0028), ungefähr die Hälfte vom Durchmesser des ganzen Täfelchens beträgt. Durch verschiedene Einstellungen belehrt man sich ferner, dass diese Körper kugelig sind. Bei hoher Einstellung zeigt sich zunächst eine braune etwas glänzende Kuppe; bei mittlerer hingegen das bekannte Bild eines doppeltkonturirten, also von einer eigenen Randschicht umgebenen Bläschens. Der Inhalt dieses Bläschens ist viel heller als die Umgebung und zeigt eine körnige Masse, zuweilen mit der Andeutung eines grösseren stark glänzenden Korns. Die braune Färbung dieser Bläschen bei hoher (und auch bei tiefer) Einstellung erkläre ich mir aus der Umlagerung von Pigmentkörnern.

1) Dies um so weniger, als z. B. auch bei den Cephalopoden eine solche limitans sicher vorkommt; hier aber, wenigstens bei Nautilus und Sepia nicht an der äusseren, sondern an der inneren Seite der Mittelzone. Möglicherweise gibt es aber gelegentlich sogar zwei Grenzhäute.

Das ganze Bild erinnert offenbar an die Flächenansicht eines Pflasterepithels, und ich wüsste vorab keinen stichhaltigen Grund gegen die Annahme, dass die gewissen hellen Bläschen eben die Kerne dieser zellähnlichen Elemente seien.

Nach einer Stelle bei Greff (p. 126) zu urtheilen, müssen übrigens auch diesem Forscher ähnliche Ansichten vorgekommen sein, er legt dieselben aber ganz anders aus. Die „meist sehr kleinen hellen Flecke“, die er zuweilen aus dem Innern der Pigmentkörper hervorleuchten sah, und von denen ich glaube, dass sie mit meinen Bläschen identisch seien, wären nämlich nach ihm „entschieden keine Kerne“, sondern entsprächen der Eintrittsstelle des (von ihm stark verjüngt gedachten) Stäbchenendes (in die Pigmentzone) und der Verbindung desselben mit der folgenden kernhaltigen „Säulenschicht“.

Dass diese Auffassung aber nicht richtig, ergibt sich schon aus dem Früheren, am Allerbestimmtesten aber aus dem obenerwähnten mit Kalilauge entfärbten Tiefenschnitte Fig 4.

Man beachte hier vor Allem 1. dass die innern Stäbchenenden nicht verjüngt, sondern ebenso breit sind wie auf der übrigen Strecke und 2. dass das Stäbchen überhaupt nicht in die Pigmentkörper eintaucht, sondern mit seiner ganzen Endfläche (st_3) an das prismatische Pigmentfach und durch dieses an die Säule angestückelt ist.

Dass der gewisse „helle Fleck“ des Pigmentkörpers aber nicht etwa der Endfläche des Stäbchens entspricht, ergibt sich einmal daraus, dass diese Endfläche (st_3) nicht kreisrund, sondern mehr oder weniger polygonal, und 2. dass sie circa um die Hälfte breiter ist als der Durchmesser unserer Bläschen.

Entscheidend ist aber der Umstand, dass sich diese Gebilde, wie eben unser Schnitt zeigt, als wirkliche selbständige Inhaltkörper der Pigmentzonenfächer darstellen.

Im Anfang der Kalieinwirkung und mit starken Systemen sieht man nämlich in jedem dieser Fächer ein blasskörniges aber später oft ganz hell werdendes Kügelchen, das seiner Grösse und seines übrigen Verhaltens wegen mit dem kernartigen Binnenbläschen der beschriebenen Flächenansicht identificirt werden muss.

Schliesslich darf nicht vergessen werden, dass sich diese Formelemente, wie Fig. 3 mk und Fig. 4 mk_1 zeigen, auffallend schnell und intensiv mit verschiedenen Pigmenten, namentlich mit

Carmin, färben, und dies lässt denn wohl im Zusammenhalt mit dem früher Bemerkten keinen anderen Schluss zu, als dass es wirkliche Kerne sind ¹⁾.

Die Aleiopiden - Retina besitzt aber nicht bloss zwei Kernschichten, es ist mir gelungen an derselben noch eine dritte nachzuweisen. Dieselbe entspricht jener bekannten präbacillären Zone der Tracheaten-Retina, über die ich (17) seinerzeit das Nähere mittheilte, und schicke ich zum besseren Verständniss der ganzen Sachlage hierüber Folgendes voraus.

Wie wir schon gehört, besässe nach Grenacher jedes Retinaelement stets nur einen einzigen distincten Kern. Dieser Kern sollte aber — und das ist gewiss sehr auffallend — bald vor (Holzschnitt D), bald hinter dem Stäbchen (C) sich befinden.

Dieser Umstand bewog mich nun zur Nachforschung, ob nicht vielleicht doch der Retinaschlauch an jedem der bezeichneten Stellen einen Kern hat.

Bei mehreren Formen, insbesondere aber bei den Scorpioniden, glaubte ich mich dann auf das Sicherste überzeugt zu haben, dass dies in der That der Fall, der Retinaschlauch also keine einfache Zelle, sondern ein zusammengesetztes, zweikerniges Gebilde (Holzschnitt E) ist.

In Uebereinstimmung mit Leydig, Greeff und mit Bezug auf gewisse analoge Verhältnisse an den tympanalen Sinnesapparaten der Orthopteren bezeichnete ich dann den hinteren (inneren) Abschnitt des Retinaschlauches als Ganglienzelle, den vorderen (äusseren) stäbchenführenden vorläufig als Endschlauch i. e. S. Ich sage „vorläufig“, weil ich hier noch Andeutungen eines dritten (mittleren) Kerns fand (am deutlichsten bei Scolopendra Holzschnitt Emk) und die definitive Bezeichnung der durch diese drei verschiedenen Kerne markirten Schlauch-Theile bis zur Vollendung neuer Untersuchungen suspendiren wollte.

Indem ich nun auf den Nachweis der gewissen Vorderkernzone der Aleiopiden-Retina übergehe, muss ich noch erwähnen,

1) Wenn Grenacher (p. 161) sagt, dass ihm, in Uebereinstimmung mit Greeff die Pigmentzone nicht als ein „besonderes Stratum“ erscheine, so ist der gesperrt gedruckte Beisatz nach dem Obigen insofern nicht ganz richtig als ja Greeff den „Pigmentkörper“ nicht als Inhalt des Retinaschlauches, sondern als einen gesonderten Substanzballen, in welchen Stäbchen und Säule eintauchen, auffasst.

dass bereits frühere Forscher und insbesondere Greeff an der betreffenden Region der Stäbchenschichte eine eigenthümliche Differenzirung bemerkt hatten. Letzterer erwähnt nämlich u. A., dass dem äusseren Ende der Retina-Pallisaden „zuweilen ein besonderes epiphysenartiges Glied angefügt“ sei, das „wohl auch durch leichte Anschwellung oder gelbe Farbe gewissermassen als Köpfchen hervortritt“. Aus seiner einschlägigen Figur 2 u. 8 sowie aus dem Texte ist aber zu entnehmen, dass sich Greeff dieses Köpfchen, das nach ihm ohnehin nur „zuweilen“ zur Beobachtung gelangen soll, durchaus nicht als einen völlig selbständigen d. i. vom eigentlichen Stäbchen verschiedenen Bestandtheil, sondern eben nur als ein mehr oder weniger „abgeschnürtes“ Endstück des letzteren vorstellt.

Die eigenen Beobachtungen betreffend, mache ich zunächst darauf aufmerksam, dass die in Rede stehende äussere Grenzzone der Stäbchenschichte namentlich aber beiminder starker Vergrösserung und an dickeren und wenig aufgehellten Schnitten in der Regel vom übrigen Theile sich so wenig unterscheidet, dass deren völliges Uebersehen leicht zu erklären ist.

Bei Anwendung sehr starker Systeme und guter Beleuchtung überzeugt man sich indess doch bald, auch an minder günstigen Präparaten, dass der äussere Retinasaum etwa in einer Breite, die jener eines Stäbchens gleich ist, eine etwas andere Beschaffenheit hat. Dieser, wie wir eben gehört, relativ sehr schmale Saum erscheint nämlich bei hoher Einstellung heller und glänzender, bei mittlerer dagegen dunkler und matter als die übrige Schichte, und sieht man in derselben noch ausserdem, aber erst, wenn man eigens darauf achtet, und auch nur stellenweise, kleine kernartige Inhaltkörper.

Eine genauere Vorstellung vom Verhalten dieser Randschichte erhält man aber erst an völlig isolirten Pallisaden, die man am Sichersten durch Zerzupfung möglichst dünner und gut macerirter Schnitte erhält.

Hier sieht man vor Allem (Fig. 4*), dass die dicke stark lichtbrechende Wand des Stäbchens und also letzteres selbst nicht ganz bis zur Grenzlamelle reicht, sondern dass der Retinasaum auf der gewissen kurzen Endstrecke ein ähnliches Verhalten zeigt, wie hinter dem Stäbchen. Daraus erklärt sich nun, wesshalb sich die betreffende Zone an dickeren Schnitten, wo mehrere solcher

relativ dünnwandiger Ansatzstücke übereinanderliegen und sich die Unterschiede im optischen Verhalten summiren, als ein von der übrigen Schichte gesondertes Band darstellt.

Nebstdem bemerkt man dann in diesem blindsackartigen Stäbchen-Anhang, wenn auch oft nur undeutlich, ein besonderes Binnenkörperchen.

Dasselbe ist kugelfrund, nimmt ungefähr $\frac{2}{3}$ der Schlauchbreite ein und erscheint (an Osmiumpräparaten) stärker glänzend und mehr gelblich als der übrige feinkörnige Inhalt dieser Partie, welcher unmittelbar in die übrige granuläre Stäbchen-Substanz übergeht.

Da mehrere Forscher (wie z. B. Greeff vom gleichen Objecte und Simroth von manchen Mollusken) angeben, dass an frischen Stäbchen der Inhalt bisweilen in Form von Tropfen hervorquillt, könnte man leicht versucht sein, auch die in Rede stehenden Binnenkörperchen als solche, oder mit Greeff überhaupt als integrirende Theile resp. als sog. Aussenglieder der Stäbchen selbst anzusprechen.

Dem gegenüber muss ich nun einen besonderen Nachdruck auf die wiederholt von mir geprüfte Thatsache legen, dass auch diese Inhaltskörper, ähnlich wie die der Pigmentzone bei der Tinction sich einerseits ganz anders verhalten, als die eigentlichen Stäbchen während sie andererseits in dieser Beziehung vollständig das Verhalten echter Kerne darbieten.

Legt man, um sich hiervon zu überzeugen, einen Retinaschnitt in eine Carminsolution, so erscheint der gewisse Saum alsbald intensiv roth gefärbt (Fig. 3 vk), indess die eigentliche Stäbchenschichte das Pigment nur sehr langsam aufnimmt.

Sehr lehrreich ist dann auch die Vergleichung einer solchen tingirten Grenzzone mit der dünnen Glaskörperschichte hinter dem Linsenkörper. Bis auf die ungleiche Dicke zeigen nämlich beide einen ganz übereinstimmenden Typus und sind insbesondere, wie die nach einem äusserst gelungenen Präparat gezeichnete Fig. 2 lehrt, die bereits als unzweifelhafte Kerne erkannten Gebilde des Glaskörperepithels (gl) den gewissen Elementen der terminalen Retinaschicht so ausserordentlich ähnlich, dass schon ein hoher Grad Scopsis dazu gehören würde, wollte man letzte-

ren, nur deshalb weil sie unter ungünstigen Umständen in der That sehr schwer zu sehen sind, die Kernnatur streitig machen¹⁾.

Fassen wir nun die hinsichtlich der Retinapallisaden gemachten Mittheilungen zusammen, so können wir uns etwa so ausdrücken: dieselben sind keine einfachen Zellen²⁾, wohl aber, allem Anschein nach wenigstens, einer röhriigen Zelle vergleichbare, d. i. continuirliche Schläuche. Diese Schläuche gliedern sich in drei je mit einem besonderen Kern versehene Theile, die ich in Kürze als ganglionären oder basalen, als pigmentirten oder medialen und als bacilliferen oder terminalen Abschnitt bezeichne.

Zum Schlusse haben wir noch einmal auf die Stäbchen zurückzukommen und zwar mit Rücksicht auf die hochwichtige Frage, ob dieselben und zwar vermöge der Beschaffenheit, die ihnen Grenacher beilegt, wirklich, wie eben dieser Forscher behauptet, die eigentlichen Perceptionsgelbilde sind, in denen (p. 143) „die Umwandlung der Aetherwellenbewegung in Nervenenerregung“ stattfindet, oder ob zu diesem Behufe, wenigstens unter bestimmten Umständen, noch ein neues von Grenacher unbeachtet gebliebenes Element hinzutritt.

1) Nach Greeff sollen sich die Endstücke der Stäbchen gegen die Iris hin „zu breiten scheibenförmigen, häufig etwas vertieften Köpfchen ausbreiten“, die sich, während die Stäbchen selbst immer weitere Zwischenräume zwischen sich lassen sollen, mit ihren Rändern noch berühren und schliesslich, wie es Greeff scheint, unter völligem Eingehen des eigentlichen Stäbchens allein noch als „Platten oder Scheiben“ übrig bleiben.

Er bemerkt aber noch ausdrücklich, dass er „auch diese Scheiben und Platten nicht als von dem übrigen Theil des Stäbchens getrennte, besondere Endglieder erkennen konnte.“

Bei *A. Contrainii* habe ich dergleichen Stäbchenformen vielleicht, weil ich die Randpartien des Netzhaut-Kelches überhaupt nicht näher zu untersuchen Gelegenheit fand, nie bemerkt, möchte aber doch bezweifeln, ob sie sich wirklich so verhalten wie Greeff angibt. Die Möglichkeit dagegen, dass die retinale Aussenkernlage unter allmählicher Verkürzung der Stäbchen schliesslich unmittelbar auf die pigmentirte Mittelkernlage zu liegen komme, will ich keineswegs in Abrede stellen.

2) Grenacher behauptet dies ganz ausdrücklich, gerade auch in Bezug auf die Alciopiden, indem er pag. 161 u. A. sagt: „Das Auge dieser Thiere hat eine ausgezeichnet entwickelte Retina von frappirender Einfachheit des Baues. Sie besteht nur aus einer einzigen Zellenlage, einer einfachen Schicht langgezogener Retinazellen“.

Ich habe schon oben darauf hingewiesen, dass die Stäbchen der uns hier beschäftigenden Thiere nach ihrer Lage zum Retinaschlauch zweierlei Zustände darbieten, indem die eigenthümliche, das Stäbchen bildende Substanz bei den einen (*Dytiscus*, *Aleiope*) an der Wand, bei den anderen dagegen (*Epeira* etc.) frei im Innern des Retinaschlauches abgelagert ist.

Sehen wir nun, in wieweit jede dieser beiden Stäbchenformen der ihnen von Grenacher zugeschriebenen Function entsprechen kann.

Ich prüfe zunächst das Verhalten der axialen Stäbchen und wähle hiezu die aus dem Hinterauge von *Epeira*, weil dieselben von Grenacher sowohl an Längs- als Querschnitten relativ sehr genau erforscht sind. Betreffs dieser Stäbchen (Holzschnitt D) beachte man vor Allem, dass nach Grenacher, was ich vollkommen bestätigen kann, der hintere Theil derselben von Pigment bedeckt ist (p. 45), und dass dieses „völlig undurchsichtige“ Pigment auch den ganzen Raum des Retinaschlauches zwischen dem Stäbchen und der zugehörigen Nervenfaser ausfüllt.

Unter besagten Umständen scheint es mir nun aber, dass das fragliche Stäbchen nicht wohl das eigentliche perceptive Endorgan sein kann. Ich schliesse so: es ist wohl nicht anders anzunehmen, als dass die Perception an einem Gebilde (resp. Orte) geschieht, von dem dann der empfangene Reiz ohne Unterbrechung und mit möglichst geringem Widerstande auf die Fasern des Opticus fortgepflanzt werden kann. Eine solche Fortpflanzung dürfte aber eben unter den genannten Bedingungen nicht wohl möglich sein. Erwägt man nämlich, dass sich hier zwischen Stäbchen und Nervenbahn eine dicke Pigmentschicht einschiebt, und dass dieses Pigment anderwärts, z. B. zwischen den Stäbchen und an der Iris, wie allgemein angenommen wird, zur Abwehr von Lichtreizen bez. zur Isolirung derselben dient, so kann die genannte Zwischenlage doch wohl kaum als Leitungs-Vorrichtung functioniren.

Wenn aber eben diese Pigmentschichte dem vom eigentlichen Stäbchen percipirten Reiz nicht leiten kann, dann glaube ich, dass das Stäbchen als solches auch nicht das passende Organe für die Perception ist.

Zum gleichen Schluss komme ich aber auch beim parietalen Stäbchen, also dort, wo die angeblich lichtpercipirende Substanzlage in die Wand des Retinaschlauches fällt (Holzschnitt B). Da

das Innere dieses Schlauches gleichfalls (so z. B. wenigstens bei *Dytiscus* und *Alciopie*) stellenweise ganz mit undurchsichtiger Pigmentmasse erfüllt ist, so wäre meines Erachtens, falls wirklich die Perception dem eigentlichen Stäbchen zufiele, die Fortleitung des Reizes nur längs der Wand des Schlauches möglich und würde also der Reiz gleichfalls kaum oder doch nur sehr geschwächt in die Nervensubstanz selbst gelangen.

Wenn dem aber so ist, dann scheint es mir selbstverständlich, dass, wenigstens in den angegebenen Fällen, ausser dem Stäbchen in der That noch ein anderes Element und zwar sowohl behufs der Leitung als der Perception des Lichtreizes existiren muss.

Die vorausgehende Erörterung wurde, wie ich erst nachträglich bemerke, deshalb angestellt, weil Grenacher die Existenz eines solchen Gebildes für die Arthropoden (p. 158) gänzlich läugnet und sie auch dort in Frage zieht (p. 161), wo dieselbe sozusagen als physiologisches Postulat erscheint und auch bereits tatsächliche Anhaltspunkte dafür vorliegen.

Wie der Zusammenhang ergibt, habe ich hier speciell den zuerst von Greeff erwähnten Axenfaden der *Alciopiden* im Auge und gehe ich nun unverweilt auf die Darlegung der betreffenden Beobachtungen über.

Nach Greeff besäße der Inhalt der frisch in Seewasser untersuchten Stäbchen eine feinkörnige Beschaffenheit mit Andeutungen einer zarten fibrillären Längsstreifung und soll zuweilen unter diesen Fibrillen „ein in der Längsrichtung durch die Innensubstanz verlaufender Hauptfaden mit Deutlichkeit hervortreten.“

Noch sicherer wäre dann dieser bacilläre Axenfaden an Stäbchen zu sehen, deren Inhalt durch Behandlung mit Essigsäure, Chromsäure, Osmium etc. geronnen und dunkler geworden ist, dies besonders nach Wiederaufhellung in Glycerin.

Greeff gibt ferner an, dass man an Querschnitten der Stäbchen „fast constant in der Innensubstanz neben einigen kleineren ein mehr oder minder glänzendes grösseres Körnchen sehe“, das er als „Querschnitt des durchschnittenen Fadens“ betrachten zu dürfen glaubt.

Er theilt dann endlich noch mit (p. 129), dass man an Zerpufungs-Präparaten nicht selten dem von dem Stäbchen losgerissenen Ende der „Säule“ einen Faden anhängen sieht, während ein

solcher auch oft aus dem entsprechenden Ende des Stäbchens selbst hervortreten soll.

Aus Alle dem schliesst nun Greeff, „dass von dem äusseren zugespitzten Ende der kernhaltigen Säule ein Faden ausgeht, der in das Stäbchen eindringt und in dessen Axenkanal verläuft“, und bezeichnet diesen Axenfaden zugleich als das Organ, welches den Lichtreiz empfängt und ihn (unter Vermittlung der basalen Ganglienzelle) der Opticusnervenfaser zuführt.

Das Stäbchen selbst dagegen wäre nach ihm „gewissermassen nur die Scheide, der Stützapparat, der den Nervenfaden und die ihn umhüllende körnigfibrilläre Substanz aufrecht und in radiärer Richtung dem Innern des Auges und dem Lichte zugewandt erhält“.

Was nun meine eigenen Erfahrungen betrifft, so bin ich in der Lage, die mitgetheilten Angaben Greeff's grösstentheils zu bestätigen und ausserdem noch durch Beibringung weitergehender Beobachtungen auch dessen Anschauung über Stäbchen und Axenfaden besser begründen zu helfen.

Gleich Greeff sehe ich im Innern des Stäbchen-Kanales (Fig. 4*) bei geeigneter Einstellung und Beleuchtung ausser einigen Körnerstreifen noch einen, wenigstens stellenweise, sehr distincten Mittelfaden (xf) und dem entsprechend an (wirklichen) Querschnitten (Fig. 5 A) in der Regel ein centrales, etwas glänzendes Körperchen (xf).

Ferner habe ich wiederholt an von der Mittelschicht losgerissenen Stäbchencomplexen einen eigenthümlichen fransenartigen Besatz aus zarten Fädchen bemerkt (Fig. 4 xf), und mich durch Isolirung der Stäbchen überzeugt, dass jeder solcher Faden aus dem Innern eines Stäbchens kommt. Dieser Faden (Fig. 4* xf') ist deutlich doppelt konturirt, wegen der anhängenden feinen Körnchen aber nur stellenweise und stets nur mit den stärksten Systemen zu erkennen.

Fraglich bleibt es mir dagegen, wie sich dieser Axenfaden zum Mittelkern verhält und wie weit er in die Ganglienzelle eindringt.

Ungleich deutlicher noch als bei *Aleiope* sah ich den Axenfaden bei mehreren anderen Würmern und will ich die betreffenden Beobachtungen gleich hier beischliessen.

Ich erwähne zuerst das Verhalten bei einer Nereis und zwar an dem ausgezeichnet gelungenen Flächenschnitt der Stäbchenschicht in Fig. 35. Hier sieht man und zwar ohne Ausnahme in jedem der gelbpigmentirten Felder, die dem Inhalt der dick- und hellwandigen Röhrenstäbchen entsprechen, ein centrales stark lichtbrechendes Körperchen, (xf) das sich sofort als Querschnitt eines cylindrischen Fadens zu erkennen gibt, der aber beträchtlich dicker als bei *Aleoiope* ist.

Nicht minder lehrreich ist der Tiefenschnitt in Fig. 33. Hier beobachtet man nämlich längs der Mitte des (gelb pigmentirten kolbenartigen) Stäbchenlumens eine doppelkonturirte und je nach der Einstellung bald dunkel, bald hell erscheinende Linie (xf), die man, und zwar mit aller Sicherheit, auch noch weiter über das Stäbchen hinaus, d. i. in den basalen Abschnitt hinein verfolgen kann.

Am allerprägnantesten aber fand ich bisher den Axenfaden bei einer *Nephthys*, deren Stäbchen ganz auffallend mit jenen von *Aleoiope* übereinstimmen. Letztere (Fig. 18) sind schlank, deutlich sechskantig und wie man rechts sieht, auf jeder Wandfläche quergestreift. Am optischen Längsschnitt (links) bemerkt man dann die Sonderung derselben in die dicke, stark lichtbrechende Wand-schicht und in den körnigen im frischen Zustand (Fig. 17) röthlich-bräun pigmentirten Inhalt.

Längs des betreffenden Kanales sah ich nun wiederholt und dies mit aller nur wünschenswerthen Bestimmtheit, einen ununterbrochenen und, wie bei *Nereis*, ziemlich derben Faden (xf), der sich auch noch eine Strecke weit in die Ganglienzelle zurück verfolgen liess.

Unter so bewandten Umständen muss die Existenz einer das Stäbchen durchziehenden distincten Axenfaser wohl als eine erwiesene Thatsache gelten und die Frage ist nur noch, was derselben und dem Stäbchen selbst sowohl in morphologischer als in physiologischer Beziehung für eine Bedeutung zuzuerkennen ist.

Ueber die letztere zunächst glaube ich mich, nach dem Früheren, sehr kurz fassen zu können. Da die pigmentirte Mittellage zwischen dem Stäbchen und der Ganglienzelle, meiner Auffassung nach, für Lichtreize impermeabel ist, so ist die diese Schicht durchbohrende Axenfaser vor Allem eine Leitungseinrichtung.

Mit Rücksicht darauf ferner, dass diese Faser bis zum äussersten Ende des Stäbchens vordringt, und von der bacillären Wandschicht, z. Th. wenigstens, durch Pigment isolirt ist, kommt es mir dann höchst wahrscheinlich vor, dass das bacilläre Gebilde, als solches, bei der Perception nicht direct betheiligt, sondern dass letztere gleichfalls an die Axenfaser gebunden ist.

Was dann die morphologische Bedeutung des Axenfadens angeht, so möchte ich darüber in Kürze nur Folgendes bemerken.

Wegen der allerseits durch eine besondere Hautlage hergestellten scharfen Abgrenzung zwischen dem integumentalen und retinalen Abschnitt des Auges, so wie aus andern schon angedeuteten Gründen, scheint es mir — wenigstens vom rein topographischen Standpunkt aus — sehr unwahrscheinlich, dass die Retina ein vom eigentlichen Integument (nicht Ectoderm!) abgeschnürtes Stratum darstellt, halte vielmehr dafür, dass sie auch ontogenetisch in einem näheren Zusammenhang mit der Anlage des Nervensystems steht.

Im Anschluss an das Gesagte möchte ich noch in Kürze die Frage nach der ontogenetischen Beziehung der von mir nachgewiesenen drei Retinastraten berühren.

Die Hauptfrage ist die, ob die Retina aus drei selbständigen Zelllagen sich aufbaut, oder ob sie aus einer einzigen epithelartigen Schichte hervorgeht, deren Elemente sich erst secundär in die bekannten drei Abschnitte differenziren.

Obwohl für die erstere Annahme, nach welcher mehrere (meist drei) linear übereinanderliegende Zellen unter Obliterirung der Zwischenwände in einen einheitlichen Schlauch verschmolzen seien, mancherlei Analogieen vorgebracht werden könnten und insbesondere auch die Erhaltung der betreffenden für die Sehfunction gewiss eher hinderlichen als förderlichen Kerne dafür spricht, so hat, wie mich dünkt, doch die zweite Anschauung, d. i. die von der Einschichtigkeit der Retina-Anlage viel mehr Wahrscheinlichkeit für sich.

Abgesehen nämlich davon, dass an manchen der einschlägigen Retinaschläuche, was freilich auch zu Gunsten der ersteren Annahme ausgelegt werden könnte, factisch nicht drei, sondern zwei und, möglicherweise, wie ich a priori durchaus nicht bestreiten will, noch weniger Kerne vorkommen, so scheint mir für den

einheitlichen Ursprung dieser Gebilde insbesondere der Axenfaden zusprechen, insoferne sich dieser durch alle drei Schlauchabschnitte erstreckt, und seiner ganzen Beschaffenheit nach sich als das eigentliche Ende der optischen Nervenfasern erweist, und ich kann mir insbesondere nicht wohl vorstellen, dass derselbe in einem aus mehreren Zellen zusammengelöteten Rohre sich entwickelt hätte.

Dieser Faden spricht aber auch am Meisten dafür, dass die primären Retinazellen, resp. deren mehrkernige Differenzirungsgebilde, oder die secundären Retinapallisaden, nicht direct von der äusseren (integumentalen) Zelllage, sondern aus der inneren (secundären) Anlage des Nervensystems sich bildeten ¹⁾.

Fam. Eunica.

(*Eunice Harassii* Aud. et M. Edw. und *Eu. vittata* delle Chiaje).

Ueber das Auge dieser Würmer kenne ich nur eine einzige nähere Mittheilung, nämlich von Ehlers, der sich hierüber (12 p. 339—40) folgenderweise ausspricht.

1) Anmerkungsweise muss ich noch kurz auf die Stäbchen der Arthropoden zurückkommen. Wie Grenacher (p. 161) hervorhebt, bestehe zwischen dem (kolbenförmigen!) Alciopidenstäbchen und dem gewisser Spinnen (z. B. Vorderauge von Epeira) eine grosse Aehnlichkeit, indem sich beide (das von Alciopide allerdings nur z. Th.!) der Länge nach in zwei Platten zerlegen.

Ein wesentlicher von Grenacher nicht berührter Unterschied liegt aber darin 1. dass das betr. Spinnenstäbchen keine Wand-, sondern eine Axenbildung des Schlauches ist, und 2. dass die beiden Längshälften desselben nach seiner Fig. 21 ganz hart aneinanderstossen und so einen soliden Körper zu bilden scheinen, während das Alciopidstäbchen hohl ist und ausser dem Axenfaden noch einen körnigen Inhalt besitzt.

Das zeigt zur Genüge, dass speciell die genannten zwei Stäbchenformen, falls Grenacher's Angaben über das der Spinnen, wie ich glaube, richtig sind, auf keinen Fall direct miteinander verglichen werden dürfen.

Das schliesst aber durchaus nicht aus, dass auch das Spinnenstäbchen einen bisher übersehenen resp. schwer nachweisbaren Axenfaden in sich aufnimmt.

Ein solches rein axiales Stäbchen aber sammt Axenfaden würde die grösste Analogie mit dem in unserer letzten Schrift wieder zur Sprache gebrachten Tympanal-Stäbchen der Orthopteren besitzen.

In wieweit die theils axialen, theils mehr oder weniger parietalen Stäbchen des Facettauges nur Stäbchen im Grenacher'schen Sinn oder mit besonderen Axenfäden in Verbindung stehende also gemischte Elemente sind, wird die weitere Untersuchung zu zeigen haben, die auch unseren „Axenstrang“ vom Scorpionauge neuerdings vornehmen muss.

„Die Augen, sagt er, sind fast kegelförmige mit der Spitze in die Hirnmasse eindringende Pigmenthaufen, deren oft etwas ausgehöhlte Basis unmittelbar unter der Haut liegt. Das Pigment ist äusserst feinkörnig, tiefschwarz. Am Umfang des Auges ist es nicht scharf abgegrenzt gegen die Hirnmasse, sondern löst sich fein staubartig von dem dichten Kerne ab und dringt nach allen Seiten in die Hirnsubstanz ein. Ob innerhalb des Kernes der Pigmentmasse die Elemente der peripheren (angeblich faserigen) Hirnschicht noch eine besondere Gestaltung erhalten, kann ich nicht angeben; man sieht allerdings bei Längsschnitten durch das Auge, dass im Innern des Pigmentkernes stäbchenförmige oder grobfaserige Gebilde von allen (?) Seiten gegen die bisweilen napfartig vertiefte Oberfläche (des Pigmentkernes) gerichtet sind, doch schienen mir diese Körper nichts Specificisches zu besitzen, sondern Elemente der äusseren Fasermasse zu sein, wie sie in den Fühlern und Palpen sich findet.

Im Vergleich zum Auge von *Nereis* wäre hier eine sehr niedrige Bildung vorhanden, wenn nicht eine Untersuchung besserer Objecte auch noch hier spezifische Nervenendigungen nachweist“.

Beachtet man diese Beschreibung und die einschlägige Abbildung (Taf. XIV Fig. 19) näher, so wird man gerne zugeben, dass ein also beschaffenes Auge, das weder einen lichtbrechenden Körper noch spezifische Nerven-elemente besässe, „sehr niedriger Bildung“ wäre, ja man könnte füglich fragen, ob ein derartiger in die Nervensubstanz eingestreuter „Pigmenthaufen“ denn überhaupt den Namen eines Sehorgans verdient.

Indessen verhält sich das *Eunice*-Auge in Wirklichkeit ganz anders als es *Ehlers* — offenbar nach einer nur ganz flüchtigen Musterung — darstellt, ja, um es gleich zu sagen, zeigt es, von der weit geringeren Grösse abgesehen, eine nicht minder hohe Entfaltung wie das Sehorgan der *Alciopiden* und manche feinere Verhältnisse habe ich hier sogar noch viel deutlicher wahrgenommen.

Ich gebe nun eine gedrängte Darstellung des Beobachteten. Mit unbewaffnetem Auge und äusserlich angesehen ist das *Eunice*auge ein ziemlich unscheinbarer tiefschwarzer und rundlicher Hautfleck, dessen Durchmesser beim erwachsenen Thier kaum 0,3 mm beträgt. Von einer corneaartigen Vorwölbung der Haut oder von einer helleren auf einen lichtbrechenden Körper deutenden Stelle ist ferner selbst

bei starker Vergrößerung kaum eine Spur zu entdecken. Dagegen bemerkt man hier bei starkem auffallenden Licht eine andere Differencirung. Man sieht nämlich (Fig. 7) im Centrum des jetzt dunkelrothbraun erscheinenden und gegen die Ränder ganz unregelmässig verwaschenen Pigmentflecks eine tiefschwarze scharf kreisförmig umgränzte Stelle, und um letztere wieder eine schmale relativ hellere Zone, deren in radiären Zügen angeordnetes Pigment scheinbar unmittelbar in jenes der Chorioidea übergeht.

Ueber den innern Bau des Auges gibt nun zunächst der centrale Tiefenschnitt in Fig. 8 Aufschluss. Bei flüchtiger Musterung zeigt dieser Schnitt ein ganz ähnliches Bild wie der von Ehlers gezeichnete, d. h. man sieht unterhalb der dicken und fast völlig flachen Cuticula eine schwarze becherartig ausgehöhlte Pigmentmasse die, wie sich aus dem Vergleich mit andern Augen ergibt, offenbar der Retina angehört. Ich brauche wohl nicht zu bemerken, dass man diese Aushöhlung der retinalen Pigmentmasse (um mit Ehlers zu sprechen) nicht bloss „bisweilen“ sondern allgemein findet und ferner, dass dieselbe nicht leer ist. In letzterer Beziehung erkennt man vielmehr schon bei ganz flüchtiger Musterung, dass diese Höhlung von einem auffallend durchsichtigen und relativ homogenen Gewebe ausgefüllt wird, das denn nichts Anderes als den von Ehlers gänzlich übersehenen lichtbrechenden Abschnitt darstellt. Hiervon überzeugt man sich auch leicht durch Zerzupfung des macerirten Auges, wobei man aus der Pigmentmasse leicht dieses Gebilde als einen zusammenhängenden selbstständigen Körper losschälen kann. Dieser Körper hat die Form eines stumpfen Kegels oder Zapfens, dessen Basis sich an das Integument anlegt, indess die Spitze nach innen gekehrt ist. Man kann ihn also der optischen Wirkung nach mit einem plan-convexen Glas vergleichen; seine Begränzung erscheint jedoch sowohl an transversalen als medianen Schnitten ziemlich unregelmässig und oft (Fig. 10) zu einem ungleichseitigen Dreieck verzogen.

Die äussere Seite dieses lichtbrechenden Körpers liegt aber nicht unmittelbar der Cuticula an, sondern es schiebt sich von den Rändern her eine dünne dunkle Platte ein, so dass nur in der Mitte eine lichtdurchlassende Stelle bleibt. Denkt man sich nun das kurz skizzirte Durchschnittsbild auf eine Fläche projicirt, so ergibt sich die Deutung der früher erwähnten Oberflächenansicht

von selbst. Der dunkle Fleck in der Mitte zunächst entspricht einer Pupille, d. h. jener von der Pigmentablagerung verschonten Stelle des Integumentes, durch welche man den dunklen Augen- grund sehen kann. Der relativ helle Ringsaum ist dann die dia- phragmaartige Pigmentlage unter dem Integument, also eine Iris, und die äussere breite Zone endlich ist die Projection der peri- pherischen Theile des pigmentirten Retinastratums.

Eine schöne Uebersicht der einzelnen Augentheile, wie sie sich im unentfärbten Zustand darstellen, gibt das Präparat in Fig. 9. Selbes ist ein in schiefer Richtung geführter keilförmiger Schnitt, der den äusseren Theil des Auges von der Fläche, den inneren da- gegen im reinen Durchschnitte gibt. Am ersteren sieht man ein- mal die (hier selbstverständlich helle) Pupille (pu) sammt dem dunkelrothbraunen Strahlenkranz der Iris und dann ferner die gegen letztere zusammenneigenden Ränder des Retinabechers. Der Durchschnitt selbst zeigt dann vier scharf gesonderte Schichten, wovon die beiden äusseren dem lichtbrechenden, die beiden inneren dem lichtpercipirenden Abschnitt angehören. Vorläufig beachte man nur hinsichtlich dieser Straten, dass die schwarze retinale Zone sehr scharf von der gelben Lage des dioptrischen Abschnittes abgegränzt ist, während sie nach Innen (namentlich an dünnen Schnitten) ganz successive in die pigmentfreie innere Retinaschicht übergeht.

Tingirt man einen solchen Schnitt etwa mit Karmin und be- sieht ihn dann bei starker Vergrösserung, so macht man, zumal hinsichtlich der Retina, noch eine andere wichtige Erfahrung. Man sieht erstens, dass der Netzhautbecher von einer besonderen dün- nen Hüllmembran umgeben ist, und zweitens, dass in der innern pigmentfreien Retinazone deutliche und etwa nicht der Hirnsub- stanz als solcher zukommende Kerne vorkommen, die der ganzen Lage nach offenbar den Kernen der basalen oder Ganglienzellen- schichte im Auge von Alciöpe entsprechen.

Was nun aber das weitere Detail anlangt, so studirt man dasselbe am Besten an einem Schnitt, den man in Kalilauge ent- färbt, dann einer Karminfärbung unterwirft und schliesslich in stark concentrirtem Glycerin oder noch besser in Karbolsäure aufhellt.

An einem solchen Präparat (Fig. 10) überzeugte ich mich vor Allem 1) dass sich die sog. Sclera (sc) am Rande des Retinabechers

nach innen einschlägt und hier zwischen der Netzhaut und dem dioptrischen Abschnitt eine selbstständige Grenzlamelle (la) bildet und 2) dass der lichtbrechende Körper ein durchaus integumentales resp. hypodermatisches Gebilde ist.

Wir betrachten vorerst den dioptrischen Abschnitt.

Wie man schon, wenn auch minder deutlich, an unentfärbten Schnitten erkennt, stellt derselbe keineswegs einen einheitlichen Körper dar, sondern man unterscheidet, ganz wie bei *Alciopé*, 1. eine peripherische Glaskörperschicht (gl) (am Alcoholpräparat Fig. 9 gelb) und 2. einen relativ viel helleren homogenen Binnenkörper, der eine wahre Linse (li) vorstellt.

Betreffs der letzteren zunächst machen wir kurz auf Folgendes aufmerksam. Die Linse von *Eunice* ist vor Allem nicht kugelförmig, wie bei *Alciopé*, sondern zeigt eine dem gesammten lichtbrechenden Körper ähnliche, also stumpf zapfenartige resp. dreieckige Gestalt, was offenbar damit zusammenhängt, dass der als cornea fungirende Theil der Integumentcuticula nur sehr wenig gewölbt ist.

Hinsichtlich der übrigen Beschaffenheit der Linse wurde schon erwähnt, dass sie ganz homogen erscheint.

Dem ganzen optischen Verhalten nach erinnert sie auffallend an dickere Cuticularstraten und zeigt wie diese namentlich nach Aufquellung in Kalilauge eine deutliche Schichtung. Die betreffenden Lamellen sind ziemlich dick, und ist ihr Verlauf aus der Figur zu ersehen. Bei sehr starker Vergrößerung glaubte ich einigemale auch eine Querstreifung der dickeren Lagen bemerkt zu haben.

In wie weit die Linse in chemischer Beziehung mit der Integument-Cuticula übereinstimmt, konnte ich leider nicht näher erfahren, es scheint mir jedoch, dass sie viel weicher und weniger resistent wie diese ist.

Bemerkenswerth ist, dass die Linse auch hier von einer besonderen cuticularen Kapsel umgeben wird, die sich stellenweise nicht selten vom Linsenkörper ablöst und wellenförmige Krümmungen macht. Diese Membran (Fig. 10 lea) ist beträchtlich derber als die Grenzlamelle, mit der sie sonst insbesondere auch hinsichtlich der leichten Tingirbarkeit in Karmin übereinstimmt.

Uebergehend auf den Glaskörper so bemerke ich vor Allem

dass dessen Structur hier sowohl wie bei den meisten folgenden Würmern unter allen Augenschichten am leichtesten zu erkennen ist. Er erscheint als ein in der centralen und peripherischen Region ziemlich gleich dickes, relativ helles Band, das in radiärer Richtung und in gleichmässigen Abständen von dunkleren Streifen durchzogen wird. Letztere sind nichts Anderes als die seitlichen Grenzen der schlanken prismatischen Epithelzellen, aus welchen dies Gewebe besteht, und lösen sich bei starker Vergrösserung (Fig. 12 g1) in je zwei schmale Leisten auf.

Die Kerne dieses Epithels (Fig. 11 u. 12 a) liegen, wie dies bei den Würmern sowohl wie bei den Tracheaten allgemeine Regel zu sein scheint, ganz an der Basis, also unmittelbar vor der Grenzlamelle.

Dass nun aber der Glaskörper, wie oben behauptet ward, in der That zum Integumentgewebe gehört, schliesse ich aus dem unmittelbaren Zusammenhang desselben mit jener dünnen Hypodermis (Fig. 10 Hp), die die Linse von der Cuticula trennt, und zugleich in ihrem pigmentirten Theil die Iris darstellt.

Völlig unklar ist es mir aber auch hier wieder, wie man sich denn eigentlich die erste Anlage dieses die Linse allseitig umgebenden Epithelmantels und die Abscheidung der letzteren zu denken hat.

Wir kommen nun zur Retina.

Man erkennt schon an unentfärbten Schnitten, dass dieselbe der Form und dem allgemeinen Aussehen nach der gleichnamigen Bildung des Tracheatenstemmas gleicht, und ist besonders hervorzuheben, dass sie auch hier fast in ihrer gesammten Dicke von einem dunkeln Pigment durchsetzt wird, das, wie wir schon gehört, nur die innerste Zone mehr oder weniger frei lässt.

In letzterer Beziehung zeigt sich dagegen schon auf den ersten Blick ein auffallender Unterschied gegenüber der Aleiopiden-Retina, indem hier das Pigment keineswegs auf die Mittelzone beschränkt, ja nicht einmal vorzugsweise auf dieselbe concentrirt ist, sondern, wenigstens an mitteldünnen Schnitten, in ziemlich gleichem Masse auf die gesammte äussere Zone sich ausdehnt, eine besondere Mittelschichte also zunächst gar nicht zu erkennen ist.

Ganz anders wird nun freilich das Bild, wenn man der Retina vorsichtig etwas Kalilauge zusetzt, aber, sobald die Aufhellung

im Zuge, dieselbe sofort wieder durch Neutralisirung mit einer Säure sistirt. Da wird nämlich (Fig. 11) in der Mitte der Retina und nahe dem innern Ende der pigmentirten Zone, jedoch noch innerhalb derselben, eine Kernlage (mk) sichtbar, die man auf Grund einer Vergleichung mit den correspondierenden Ansichten aus der Aleiopiden-Netzhaut (Fig. 3, 4) wohl ohne weiteres mit der mediären Zone der letzteren homologisiren darf.

Beachtenswerth ist noch dieses. Die retinalen Mittelkerne von Eunice sind weder so klein noch so unscheinbar, wie jene von Aleiope, sondern so gross und so bestimmt, ich möchte sagen greifbar; dass hier ein ähnlicher Zweifel, wie dort, ob es denn auch wirkliche Kerngebilde sind, für den, der sie unter ähnlichen Umständen wie ich gesehen hat, und an einem einzig-klaaren Kanadabalsam-Präparate noch immer sehen kann, absolut ausgeschlossen bleibt.

Ueber diese für die morphologische Deutung der Retina so überaus wichtigen Mittelkerne füge ich dann noch folgendes bei.

Zunächst, dass sie in analoger Weise, wie dies Grenacher von gewissen Retinalkernen der Spinnen darstellt, in Folge der angedeuteten Behandlungsweise sehr intensiv und prägnant tingirt erscheinen. Diese Färbung ist aber nicht pomeranzengelb, wie die durch Kalilauge erzielte Lösung, sondern geht (und dies wohl in Folge der Säureeinwirkung) mehr ins Fleischrothe über.

Die Form der Kerne ist eine verschiedene, insofern sie jener der Schläuche angepasst ist. In dieser Beziehung muss ich früher einschalten, dass die Retina, ganz ähnlich wie bei Aleiope, in ihrem centralen Theil beträchtlich (Fig. 10 c) und zwar ungefähr wieder um die Hälfte dünner ist als der nächst angrenzende peripherische Theil.

An den Schläuchen der letzteren Region, die im Maximum bei 0,08 mm lang sind, erscheinen nun eben die bewussten Kerne als sehr gestreckte Gebilde von beiläufig 0,008 mm Länge, an den relativ viel kürzeren Centralelementen hingegen (0,004 mm Länge) ziehen sie sich (aber nur ganz allmähig) zu kugelförmigen Körpern zusammen (Fig. 12 mk). Im Uebrigen unterscheidet man an diesen Kernen eine deutliche doppelkonturige Wandschicht, sowie ausser dem ziemlich grobkörnigen Inhalt noch Spuren distincter Kernkörperchen.

Wenn aber auch dem Mitgetheilten zufolge hier unmöglich an der

Existenz einer mediären Kernlage gezwweifelt werden kann, so könnte diese doch auf Grund des in Rede stehenden Präparates allein im Grenacher'schen Sinn d. i. dahin gedeutet werden, dass sie hier auch die einzige ist.

Dass dies aber nicht der Fall, ergibt sich aus Folgendem.

Für's Erste haben wir schon gehört, dass man bereits am unentfärbten Präparat, und zwar unterhalb der Pigmentzone eine retinale Kernlage findet, die nach dem Obigen unmöglich mit der mittleren eben beschriebenen Schichte identisch sein kann.

Wenn man gleichwohl diese basalen Kerne am Kalilauge-Salzsäure-Präparat nicht sofort bemerkt, so rührt dies eben davon her, dass dieselben, weil ausserhalb der pigmentführenden Region liegend, auch relativ weniger gefärbt werden, wobei auch noch eine gewisse subtanzielle Differenz zwischen beiden Kernarten eine solche Verschiedenheit hinsichtlich ihrer Tingirbarkeit bedingen kann.

Einzelne dieser basalen Kerne (Fig. 11, 12 gk) sind aber bei entsprechender Aufmerksamkeit und Geduld im Suchen auch hier zu beobachten, und erkennt man auch bald, dass der Schlauch in dieser Gegend etwas aufgetrieben ist.

Dem letzteren Verhalten entsprechend, schien es mir auch, als ob diese Basalkerne im Ganzen minder lang gestreckt als die correspondirenden Mittelkerne seien.

Um jedoch jeden Zweifel zu beseitigen, dass die basalen und mediären Kerne wirklich zwei ganz selbständige Lagen bilden, habe ich an mehreren nach der obigen Art behandelten d. i. entfärbten Schnitten noch eine weitere rein künstliche Tinction und zwar mit Karmin vorgenommen und das Resultat derselben in Fig. 10 dargestellt.

Bei ganz schwacher Vergrößerung und ungenauer Einstellung zeigt das betreffende (in Kanadabalsam sehr stark aufgehellte) Präparat ungefähr in der Mitte der Gesamt-Retina ein breites rothes Band.

Nimmt man aber ein stärkeres System und stellt ganz scharf ein, so löst sich dieses eine Mittelband sofort in zwei d. i. in ein vorderes (mk) und hinteres (gk) auf, und sind beide Kernzonen, namentlich an den peripherischen Theilen der Netzhaut, durch ein breites Intervall von einander getrennt.

Dass diese zwei Kernzonen aber nicht etwa in dem Sinne

eins und dasselbe sind, dass sie zwei ungleich hochstehenden aber hintereinanderliegenden Lagen von Schläuchen entsprechen, ergibt sich schon daraus, dass bei keiner Einstellung zwischen denselben eine neue Kernzone auftaucht, also absolut kein Uebergang von der einen Zone in die andere stattfindet, sondern der gegenseitige Abstand stets derselbe bleibt.

Eine Ausnahme macht hier scheinbar wenigstens nur die centrale Region (c), wo aus den schon oben angeführten Gründen Basal- und Mittelkerne viel näher aneinanderrücken und namentlich an etwas dickeren Stellen, wo Kerne derselben Zone, aber von hintereinanderliegenden Schläuchen (dies besonders an stark gequetschten Präparaten) gleichzeitig ins Gesichtsfeld treten, die anderwärts scharf separirten und einzeligen zwei Kernlagen in eine einzige zwei- resp. mehrzeilige Kette zusammenfliessen.

Für die Selbständigkeit der Mittelkernzone noch weitere Beweise beizubringen, halte ich für überflüssig; das nur möchte ich noch aussprechen, dass sich möglicherweise manche der scheinbar einfachen aber mehrzeiligen hinteren Kernzonen, die Grenacher abbildet, bei sorgfältiger Musterrung vielleicht auch noch in zwei gesonderte Straten auflösen werden.

Die von Ehlers bekanntlich ganz in Frage gestellte Euniceen-Retina erwies sich mir aber nicht allein als ein geradezu klassisches Object für den Nachweis der Mittelkernzone, ich fand an ihr auch die dritte d. i. die äussere Kernlage in einer Klarheit, wie ich sie seiner Zeit kaum beim Scorpion, geschweige bei Alciope gesehen.

Ich schicke zunächst voraus, dass die zugehörige Hauptschicht, d. i. die der Stäbchen, im Ganzen und ich meine hier an entfärbten Schnitten, ein ganz analoges Aussehen wie bei Alciope besitzt. Sie erscheint also im Vergleich zum übrigen (inneren) Retinastroma sehr hell, homogen und stark lichtbrechend. Die äusserste (Rand-) Partie der Stäbchenzone ist dagegen (selbstverständlich immer bei sehr starker Vergr.) relativ trüb und körnig. Aus jedem dieser körnigen Endtheile der Schläuche leuchtet nun (am tingirten Präparat) ein intensiv rother Kern (Fig. 10, 11, 12 ak) hervor, der jedoch, da sich die Schläuche nach aussen verschmälern, viel kleiner (0,0026) als jener im Mittel- und Basaltheil ist, und sind diese Kerne auch nie länglich, sondern stets kugelförmig.

Im Ganzen zeigt diese retinale Randzone auch hier ein ähnliches Aussehen, wie der Basalsaum des anstossenden Glaskörper-epithels.

Indem ich hinsichtlich des Verhaltens der Retinaschläuche sowie der Faserzone auf die Abbildungen (Fig. 11, 12 u. 13) verweise, wäre nur noch Näheres über die Stäbchen zu vermelden, ich muss aber gestehen, dass ich darüber theils wegen der Kleinheit des Objects, theils weil mir das Material ausging, nicht völlig ins Reine kam.

Sicher ist zunächst nur, dass auch sie einen besonderen Axenfaden (Fig. 14 xf, xf') besitzen, den ich einigemal auch hinter den Mittelkern zurück verfolgen konnte.

Einmal sah ich die Axenfäden auch sehr schön an der äusseren Flächenansicht der Retina (Fig. 14 xf'), welche letztere sich hier als eine Mosaik von polygonalen Feldern erweist, in denen man je ein winziges gelbliches Körnchen, d. i. eben die Spitze des Axenfadens bemerkt.

Fam. Nephthydea.

(*Nephtys margaritacea.*)

Auch über die Augen dieser Familie sind mir nur ein Paar sehr dürftige Aufzeichnungen bekannt geworden.

Die wichtigste ist unstreitig die von Quatrefages, nach welcher diese Augen ausser einer pigmentirten, aber von ihm nicht näher studirten Retina einen deutlichen lichtbrechenden Körper (dies wenigstens bei jungen Thieren) enthalten. — Die übrigen Angaben stammen dann von Ehlers her, bringen jedoch nicht bloss kein neues Detail, sondern stellen z. Th. auch wieder das frühere in Frage.

S. 583 sagt E. zunächst von diesen Organen im Allgemeinen, dass „am hinteren Theile der Seitenränder des Kopflappens je ein stark lichtbrechendes linsenförmiges Körperchen stehe, welches einem Auge entspricht.“

Dieses „linsenförmige Körperchen“ wird dann noch näher (p. 590) speciell bei *N. caeca* O. Fabr. als ein „halbkugeliger kleiner Vorsprung“ beschrieben, „ausgezeichnet durch die starke Lichtbrechung seiner Chitinwand“, und von ähnlicher Beschaffenheit wäre dasselbe u. A. auch bei *N. Hombergii* Aud. (p. 620) und *N. cirrosa* Ehl. (p. 625), wo es als „Knötchen“ bez. als „Höcker“ bezeichnet wird.

Dem zufolge besäßen also die Augen der genannten, aber von mir nicht untersuchten Nephthysarten eine gewölbte resp. verdickte Cornea, gebildet von der allgemeinen Integument-Cuticula, und brauche ich wohl kaum zu bemerken, dass es gerade nicht zur Klärung der Begriffe beiträgt, wenn man, wie Ehlers, bald das ganze Auge, bald die genannte integumentale Hornhaut allein als linsenförmiges Körperchen aufführt.

Sehr eigenthümlich ist dann die nähere Beschreibung des inneren Baues dieser Gebilde (p. 596), wo es heisst:

„Die an den Seitenrändern . . . stehenden linsenartigen Körper werden von einer Gewebsmasse erfüllt, welche durch eine auffallende Durchsichtigkeit sich auszeichnet und die ich nur von dieser Stelle her (Ehlers meint offenbar das Auge) kenne. Auf Durchschnitten erscheint diese helle Gewebemasse von feinen dunkleren Linien durchsetzt, welche senkrecht gegen die Oberfläche stehen. Ich weiss nicht, ob diese Linien Fasern sind oder die Grenzen von stäbchen- oder säulenartigen Theilen, aus denen die ganze Masse zusammengesetzt ist; für das letztere spricht die Beobachtung, dass die Fläche der Cuticula, an welche sich diese Masse anlagert, wie von kleinen polygonalen oder rundlichen Eindrücken gezeichnet ist; ich weiss ebenso wenig, ob dieses Gewebe eine Modification der eigentlichen Subcuticularschicht (unsere Hypodermis) oder des Fasergewebes bildet, oder ob sie dem Gewebe des Hirns, welchem sie unmittelbar aufsitzt, zuzurechnen ist.“

Beachtet man hinsichtlich dieser Beschreibung, dass Ehlers das ganze Augen-Innere nur aus einer Gewebsmasse bestehen lässt, und dass von den bekannten zwei Hauptabschnitten, d. i. von der Retina und dem lichtbrechenden Medium keine Silbe erwähnt wird, so kann man, denke ich, von den Augen der Nephthydeen wohl dasselbe sagen, wie von jenen der Euniceen, dass sie nämlich bisher so gut wie unerforscht sind.

Uebergehend nun auf die eigenen Untersuchungen so schiebe ich zunächst voraus, dass auch die Augen dieser Polychätenfamilie im Wesentlichen dieselbe Zusammensetzung wie bei den Aleiopiden zeigen, und dass sie insbesondere und in der eclatantesten Weise mit jenen der Euniceen übereinstimmen.

Aus diesem Grunde kann ich mich denn auch sehr kurz fassen, und will hauptsächlich nur die charakteristischsten Züge, sowie gewisse Abweichungen näher erläutern.

Um mit der oberflächlichen Musterung zu beginnen, so sehe ich an unserem Repräsentanten keinerlei „linsenförmige“ Vorrangung, sondern nichts weiter als einen unscheinbaren (0,3 mm grossen) dunkeln Fleck. Unter dem Mikroskop erscheint dieser Fleck (Fig. 14) in der Richtung der Körperlängsaxe etwas gestreckt, also länglich, ferner von unregelmässiger Form und ungleichmässiger Färbung. Ich unterscheide einen schmäleren beiläufig trapezförmigen Vorderabschnitt (v), der sich intensiv schwarz ausnimmt und einen hinteren breiteren Theil (h), in welchem die schwarze Färbung successive in ein röthliches Violett übergeht.

Da, wenigstens bei Eunice, der dunkelste Abschnitt des Augenflächenbildes der Pupille entspricht, so deutet die excentrische Lage desselben bei Nephthys darauf hin, dass die Augenaxe hier nicht senkrecht, sondern schief auf der Hautfläche steht und zwar in der Weise, dass sie von hinten nach vorne gewendet ist.

Diese Auslegung der Aussenansicht bestätigt sich nun auch vollständig an einem Tiefenschnitt, den man längs der Mitte des erwähnten Fleckes führt (Fig. 15).

Durch Form und Lage erinnert ein solcher Schnitt ganz auffallend an die analoge Ansicht des „inneren Vorderrandauges“ bei *Salticus*.

Die an der schwarzen Pigmentirung sofort kenntliche Retina (st) besitzt nämlich eine auffallend langgezogene sackförmige Gestalt, und liegt fast parallel mit dem Integument, das sich nur vorne (v), wo es als Cornea dient, derart umbiegt, dass sie von der (durch den Pfeil angedeuteten) Augenaxe doch unter einem beträchtlichen Winkel (von ca. 45°) geschnitten wird.

Bis auf diese auffallend schiefe Lage und die verzogene Form sind aber die Verhältnisse, wie sie sich zunächst an unentfärbten Schnitt zeigen, fast ganz dieselben, wie bei *Eunice*, und man erkennt insbesondere auch bald, dass der im Ganzen schmalzungenförmige lichtbrechende Körper aus zwei differenten Theilen, nämlich aus einem peripherischen Glaskörperepithel und aus einer inneren Linse besteht, deren Form wieder im Ganzen jener des gesammten Hell-Körpers entspricht.

Hinsichtlich des Verhaltens der Integument-Cuticula über dem Auge (also am cornealen Abschnitt) sei noch beigefügt, dass sich die betreffende Strecke nicht merklich, weder in der Dicke noch in der Beschaffenheit von der Umgebung unterscheidet, im Ganzen

sich also eben so indifferent wie bei *Eunice* erweist. Desswegen wollen wir aber von vorneherein durchaus nicht das Vorkommen gewisser Differenzirungen (stärkere Wölbung ev. Verdickung) bei anderen Species dieser Familie in Abrede stellen.

Was dann das feinere Detail des innern Augenkörpers betrifft, so gab uns auch hier ein in der mehrerwähnten Art entfarbter Schnitt die besten Auskünfte und hebe ich an der Hand der Fig. 16 in Kürze Folgendes hervor.

Sehr schön sieht man zunächst, aber immer wirklich gelungene Präparate vorausgesetzt, die *Selera* (sc) und deren Umgebung (u) in die äussert scharf gezogene, mässig derbe Grenzlamelle (la). Die einzelnen Theile resp. Schichten angehend, sei dann vererst der Linse (li) gedacht.

Man unterscheidet wieder die Kapsel und den Körper. Erstere ist hier relativ sehr dick und deutlich geschichtet (Fig. 17 lea).

Der Linsenkörper erscheint bei schwacher Vergrösserung ganz homogen und glashell. Bei stärkerer sieht man eine feine Streifung oder Schichtung, die im Ganzen dem Umfang der Linse parallel geht (Fig. 17 li).

Einigemale bemerkte ich dann noch längs der Mittellinie der Linse einige z. Th. zusammenhängende Körnerzüge, wie sie u. A. auch Simroth von der Schneckenlinse angiebt.

Es fragt sich nun, ob man es hier mit einem unaufgearbeiteten Rest eines protoplasmatischen resp. zelligen Linsenbildungsmaterials oder mit secundären Derivaten eines echten Cuticulargewebes zu thun hat.

Der umgebende Glaskörper (Fig. 16, 17 gl) präsentirt sich im Ganzen wie im Einzelnen ganz so wie bei *Eunice*. Die wohl in Folge der ganzen Behandlungsweise z. Th. etwas verbogenen Schlauchzellen desselben zeigen eine etwas streifige resp. längsfaltige Wand und ihre sehr deutlichen Kerne (Fig. 17 a) liegen wieder hart an der Grenzlamelle.

Ausgezeichnet klar sah ich ferner gerade bei *Nephthys* den unmittelbaren Uebergang des Glaskörper-Epithels in die corneale Hypodermis (Hp), deren Zellen hier, denen des Glaskörpers ähnlich, faserartig ausgezogen, also viel länger wie bei *Eunice* sind. Die mittleren Elemente dieser präenticulären Hypodermis sind fast ganz pigmentfrei und sehr durchsichtig; an den Seiten der Cornea dagegen nehmen sie ein dunkelkirschrothes Pigment auf, und sind

hier ausserdem, wie auch an anderen Körperregionen, grössere (zellige?) Farbstoffballen (pg) eingestreut. Zur Bildung einer typischen, distincten Iris scheint es indess nicht zu kommen; doch ist gerade dieser Punkt sehr schwierig aufzudecken.

Betreffs der Retina beachte man dann dieses.

Bei der Entfärbung, wo die äusseren Umrisse dieser ganzen Schichte immer deutlicher werden, überzeugt man sich bald, dass deren Gesamtdicke viel beträchtlicher ist, als die pigmentirte Zone des unentfärbten Schnittes. Letztere entspricht im Ganzen der Stäbchen- (st), der übrige helle Gürtel dagegen der Ganglienzellen- und Faserschicht (gz fa). Beide sind wieder am dicksten in der Mitte der peripherischen Region, am dünnsten dagegen, den Kelchrand ausgenommen, im Grunde des Bechers.

Den schönsten Einblick in den feineren Bau der Retinaelemente gab mir ein sehr dünner Schnitt, den ich in schwach angesäuertem Glycerin mehrere Tage macerirt und dann mit feinen Nadeln theilweise zerzupft hatte. Jeder Retinalschlauch zeigt hier (Fig. 17) einen längeren pigmentirten Aussen- und einen kürzeren fast pigmentfreien Basalabschnitt. Im letzteren zunächst sieht man überall einen sehr deutlichen meist ovalen Kern, dessen Durchmesser (0,008), fast das Doppelte der Stäbchenbreite beträgt. An Schnitten, die nicht ganz ausnehmend dünn sind, bilden diese Basalkerne aber niemals eine einzige Reihe, sondern (Fig. 16) einen ziemlich breiten Streifen, in dem 2—5 Kerne übereinanderliegen, jedoch so, dass sie niemals in zwei gesonderte Straten, wie bei Eunice, zerfallen.

Auch sind die betreffenden Schlauchabschnitte, nach Art der meisten bipolaren Ganglienzellen, derart in einandergekeilt, dass es mir bisher nicht gelingen wollte, den Verlauf derselben und ihren Uebergang in die Faserschichte genauer zu verfolgen.

Nachdem wir uns hinlänglich überzeugt, dass auch an der Nephthys-Retina die Hauptkerne, wenn ich sie so nennen darf, eine basale Lage einnehmen, muss ich nun vor Allem betonen, dass man ausserdem auch hier noch eine zweite Kernzone, nämlich an der Grenzlamelle, bemerkt, und dass gerade diese Aussen- oder Stäbchenkerne mit aller nur wünschenswerthen Sicherheit nachzuweisen sind. Aehnlich den Mittelkernen von Eunice erscheinen sie zunächst, wohl in Folge der Säureeinwirkung, intensiv

roth pigmentirt, und treten deshalb auch aus den Endtheilen der isolirten Schläuche äusserst prägnant hervor.

Man unterscheidet daran ferner sehr bestimmt eine besondere doppelkonturige Randschicht und bisweilen noch ein Paar grössere Inhaltskörperchen.

Zum Ueberfluss habe ich dann noch eine künstliche Tinction mit Hämatoxylin angewandt, und das Ergebniss derselben (Fig. 18) war ein so prägnantes, d. h. die Vorderkerne (ak) wurden im Vergleich zur übrigen Schlauchsubstanz so intensiv und so rasch blau gefärbt, dass an der Kernnatur dieser Gebilde, beziehungsweise an der Zweikernigkeit der Retinaschläuche absolut nicht länger mehr gezweifelt werden kann.

Dagegen habe ich bei Nephthys bisher keine distincte Mittelkernzone gesehen, möchte eine solche aber gleichwohl, da sie erwiesenermassen oft schwer zu konstatiren ist, nicht unbedingt in Abrede stellen.

Fam. Lycoridae.

(*Nereis Costae Grube.*)

Unter den kleinen pigmentfleckartigen Augen der Raub-Polychäten sind die der Lycoriden verhältnissmässig noch am meisten untersucht worden.

Grundlegend ist auch hier wieder J. Müller's Beobachtung (4 p. 19 Pl. IV Fig. 6—10), nach welcher das Auge aus einem hellen kugligen Kern und einer pigmentirten schalenartigen Retina besteht; nur lässt er irrthümlicherweise den erstern mit dem n. opticus in Zusammenhang stehen.

Rathke bezeichnet dann den „Kern“ als ein Analogon des Glaskörpers und der Linse höherer Thiere, nimmt aber, was Ehlers mit Recht bestreitet, zwischen diesem und der Pigmentschale eine retinaartige Nervenaustrittsstelle an, wozu ihn offenbar die fälschliche Ansicht verleitete, dass die Pigmentzone, ähnlich wie im Wirbelthierauge, die äusserste Peripherie des Bulbus einnehme, die eigentliche Retina also zwischen dieser und dem lichtbrechenden Abschnitt in der Mitte liegen müsse.

Das Verdienst der ersten eingehenderen Untersuchung der Nereis-Augen gebührt unstreitig Ehlers, wenn gleich auch er nicht

einmal zur Erkenntniss der fundamentalsten Bau-Verhältnisse vordrang. Wir wollen aus der einschlägigen und z. Th. sehr detaillirten Darstellung die Hauptpunkte herauszuheben suchen, was freilich bei der Unbestimmtheit gewisser Stellen nicht so ganz leicht ist.

Die Form des ganzen Auges vergleicht er (p. 494) mit einem stumpfen Kegel, dessen Spitze nach innen gekehrt ist.

Das Augen-Innere zeigt zwei Theile: den Glaskörper und die schalenförmige, von starker Pigmentmasse durchsetzte Retina. Der Glaskörper ist im Ganzen kugelig, aber auf der cornealen Seite abgeplattet. Letztere ist bis auf eine kleine pupillenartige Stelle „von dem Pigment der Retina (?) bedeckt“. Die Substanz des Glaskörpers erseheine an Weingeistpräparaten als eine äusserst feinkörnige (im frischen Zustand wahrscheinlich völlig „homogene“ und durchsichtige) Masse, in welcher Ehlers „zellige Elemente vergebens suchte“. „Die Retina bildet um diesen „Augenkern“ eine Schale mit enger Eingangsöffnung, welche dem Pupillar-Durchmesser entspricht (?).

Die Netzhaut bestehe aus Körnern und feinsten Pigmentmolekeln. Das Pigment beschränkt sich aber nur auf die äussere, d. i. auf die gegen den Glaskörper gewendete Retinaschicht. Die pigmentirte Zone wäre im Augenrunde am stärksten (?).

Die Hauptmasse des Pigments ist blaugrau in kleineren Stücken blau-violett, nach aussen gegen die pigmentfreie Schichte liege dann noch etwas orangefarbenes Pigment.

Die Pigmentzone erscheint oberflächlich (am Glaskörper) von kleinen hellen Flecken durchsetzt und wie „siebartig durchlöchert“. Diese hellen Flecke entsprächen den frei zu Tage tretenden Elementen der Retina.

Die (innere) pigmentfreie Retinazone erseheine am Querschnitt glashell und bestehe aus einer „Grundsubstanz“, in der man Körner und „feinste Fasern“ bemerkt.

Die Körner, theils kugelig, theils gestreckt, sind 0,005—0,006 mm lang und 0,003 mm breit. Die der pigmentirten Zone zunächst liegenden Körnchen erschienen durch Anlagerung des betreffenden Pigmentes oft gelblich oder orangefarben.

Zwischen den isolirten Körnern und ohne Zusammenhang mit denselben finde man oft unmessbar feine Fädchen, welche die Körnermasse in radiärer Richtung zu durchsetzen scheinen.

Höchst eigenthümlich wäre nach Ehlers die Anordnung dieser Körner. Er denkt sich dieselben nämlich (vgl. auch s. Taf. 19 Fig. 19 und Taf. 20 Fig. 8 R) derart „reihenweise übereinander geschichtet“, „als ob sie (und zwar an der letztgenannten Zeichnung zu je 4—5!) im Innern von stäbchenartigen (an der Figur aber nach aussen zapfenartig sich verjüngenden) Gebilden lägen“, die er indess nie im isolirten Zustande näher untersuchen konnte.

Zu erwähnen sind schliesslich noch Ehlers Angaben betreffs des Zusammenhanges der Augen mit dem Gehirn. Diesen Zusammenhang lässt er auffallenderweise nicht durch eigentliche Nerven, sondern durch Hirn-„Fortsätze“ hergestellt sein, die er als „Augenträger“ bezeichnet. „Diese Augenträger sind kurze dicke Stämme, welche vom seitlichen Umfang der Hirnoberfläche schräg aufwärts zum Kopflappen gehen und dabei sich kegelförmig verbreiten; die vorderen (d. i. die zu den Vorderaugen) entspringen nahe dem Vorderende des Hirnes über dem Eintritt der Schenkel des Schlundringes. Die hinteren ungefähr auf der halben Länge (Mitte?) des Hirns. In das breite Endstück, mit welchem der Augenträger sich an die Haut des Kopflappens (?) anlegt, ist das Auge tief eingesenkt. Die Substanz, aus welcher die Augenträger bestehen, geht aus dem Hirne hervor, indem sie die Lage der Ganglienzellen durchbricht; sie besteht aus feinkörniger Hirnsubstanz, in welcher ähnliche Fasern und Körner liegen wie diejenigen, welche den Hirnkern ausmachen; bestimmte zum Auge gehende Faserzüge, wie sie die eigentlichen Nerven besitzen, habe ich in ihnen nicht gesehen; die Oberfläche der Augenträger wird von einer Fortsetzung der das Hirn umhüllenden Membran bekleidet.“

Indem ich mir die Beleuchtung beziehungsweise Rectificierung einiger der vorstehenden Angaben für die geeignete Stelle aufspare, sei hier nur kurz erwähnt, dass Ehlers „Körner“ der hellen (inneren) Retinazone unzweifelhaft mit unseren basalen Kernen identisch sind und dass, wie nach dem früheren wohl selbstverständlich, von einer stäbchenartigen Gruppierung derselben, wie man sie auf Ehlers Figuren Taf. XIX Fig. 19 und Taf. XX. Fig. 8 dargestellt findet, nimmermehr die Rede sein kann. Die gewissen feinsten Fasern dagegen, welche derselbe Forscher beobachtete, dürften, falls sie sich auch bei sehr starker Vergrösserung

als solche, wir meinen eben als ausserordentlich fein erwiesen haben, wohl den bereits erwähnten Axenfäden entsprechen.

Ich gebe nun in Kürze die eigenen Beobachtungen. Unsere *Nereis* hat bekanntlich, gleich vielen andern Würmern, zwei Paare von Augen, die (ähnlich etwa bei *Nereis rava* auf Ehlers Fig. 11 Taf. XXI) trapezförmig gestellt sind. Mit unbewaffnetem Auge und selbst noch bei starker Lupenvergrößerung erscheinen beide als einfache und zwar sehr scharf umschriebene Pigmentflecke von tiefschwarzer z. Th. etwas bläulich schillernder Farbe. Ihre Form ist kreisrund, die der vorderen, bisweilen wenigstens, etwas länglich. Die Grösse ist kaum verschieden zu nennen, da ich den Längsdurchmesser des vorderen Auges auf 0,3, den des hinteren auf 0,27 mm bestimmte.

Zum Unterschied von vielen anderen z. Th. nahe verwandten Würmern, an deren Augen man, wie z. B. bei *Nereis flavipes* (Ehlers Fig. 26 Taf. XXI), *N. cultrifera* (E. Fig. 31), *N. acuminata* (Taf. XXII Fig. 23) u. s. w., einen dunkeln pupillenartigen Centralfleck wahrnimmt, konnte ich bei *N. Costae* einen solchen niemals unterscheiden, und ist man sonach hinsichtlich der weiteren Erforschung dieser Organe ganz und gar auf die innere Untersuchung angewiesen.

Da, wie besonders deutlich aus Ehlers Abbildungen Fig. 4 Taf. XI (*Eurysyllis tuberculata*) und Fig. 1 Taf. XII (*Proceraea picta*) erhellt, in jenem Falle, wo Vorder- und Hinteraugen vorhanden sind, die Axen derselben eine entsprechende schiefe Lage einnehmen, d. h. bei den ersteren nach vorne, bei den letzteren nach hinten gerichtet sind, nahm ich auch hier ein analoges Verhältniss an, und trachtete dem entsprechend, behufs der nähern Orientirung, zunächst geeignete Median- oder Längsschnitte herzustellen, die indess bei der Kleinheit der Objecte nur selten vollkommen gelingen.

Einen solchen Schnitt zeigt nun Fig. 31. Die Hauptkonturen sind nach vorheriger Entfernung des Pigmentes durch Kalilauge mittelst der *cam. luc.* entworfen, und gilt dies ganz besonders auch hinsichtlich der Augen selbst. An letzteren beachte man nun zunächst die Lage. Ihre Axen sind ganz ähnlich orientirt wie in den oben angegebenen Fällen, d. h. die der Vorderaugen (v) gehen nach vor-, die der Hinteraugen nach rückwärts und schneiden sich unter einem Winkel von ungefähr 150°.

Das Zweite, was in Bezug auf's Allgemeine hervorzuheben, ist die ungleiche Form beider Augen. Der Meridionalschnitt des Vorderauges entspricht im Ganzen einer Kugel, indem Längs- und Queraxe ungefähr gleich gross sind, während das Hinterauge einen mehr gestreckten elliptischen Umriss zeigt, indem hier die Längsaxe mindestens um ein Drittel den Querdurchmesser übertrifft. Dies zeigt sich speciell auch an der Schnittfigur der Retina, die beim Vorderauge einer Sichel, beim hinteren einem Hufeisen ähnlich ist.

Aus der schiefen Lage der Augen zur Hautfläche ergibt sich ferner von selbst, dass auch deren Gestalt eine unsymmetrische ist, und es erscheint auch in der That der Bulbus beider Augen aussen derart schief abgestutzt, dass die einander zugewendeten Schenkel der beiden Netzhautschnitte beträchtlich kürzer als die anderen sich darstellen.

Uebergehend auf die einzelnen Augentheile, so erkennt man schon am unentfärbten Schnitte, dass sie sich ganz ähnlich wie in den früheren Fällen verhalten. Bemerkenswerth ist nur der Mangel einer Linse und die dadurch bedingte Beschaffenheit des Glaskörpers.

Ich gehe in Kürze die einzelnen Straten gesondert durch. Um mit den cornealen Strecken der Integument-Cuticula zu beginnen, so zeigen diese, namentlich bei schwächerer Vergrösserung, wenig Besonderes, ausgenommen eine schwache uhrglasartige Hervorwölbung in der Mitte des Hornhautsegmentes.

Bei Anwendung stärkerer Systeme überzeugte ich mich dann aber, dass die betreffende Stelle doch auch eine etwas andere Beschaffenheit besitzt. Es erscheinen nämlich hier (Fig. 32 Co) die in der nächsten Umgebung der Cornea sehr scharf abgegrenzten Cuticularlamellen nur undeutlich und da auch die sonst vorkommenden auffallend weiten Porenkanäle (Po), auf einer kurzen Strecke wenigstens, ganz fehlen, so gewinnt der betreffende Abschnitt ein fast ganz homogenes Aussehen.

Hinsichtlich des nächstfolgenden Augentheiles, d. i. des Glaskörpers ist zunächst dessen Form beachtenswerth, die im Ganzen, wie der Schnitt zeigt, mit jenem des Gesamtauges harmonirt. Dass die Gestalt des Glaskörpers in beiden Augen aber wirklich eine beträchtlich verschiedene ist, sieht man noch besser, wenn man denselben in toto sorgfältig aus dem Auge herauschält. Der

des Vorderauges (Fig. 28) erscheint als ein relativ flaches, ungefähr laibartiges Gebilde, jener des Hinterauges hingegen (Fig. 30) als ein langer und ziemlich spitzer Zapfen oder Kegel, dessen nach Aussen gerichtete Basis sehr schief abgesehen ist. — Nicht ohne Schwierigkeit entzifferte ich die Structur dieser Glaskörper, wenn ich im Hinblick auf das Frühere gleich keinen Augenblick daran zweifelte, dass sie eine ähnliche wie bei den vorher behandelten Würmern sein werde. Am isolirten Präparat ist zunächst wenig herauszubringen. Es zeigt eine sehr durchsichtige (im auffallenden Licht milchweisse) und anscheinend körnig geronnene Substanz. — Durch Zerzupfung überzeugt man sich dann allerdings bald, dass ihre Substanz nicht homogen ist, wie Ehlers angibt, indem sie sich der Länge nach in feine Fasern zerspaltet und auch bei stärkerer Vergrößerung und Aufhellung mit Kalilauge vereinzelt Kerngebilde zum Vorschein kommen.

Nicht viel mehr erkennt man, wenigstens im Anfang, an den meisten Schnitten, findet sich aber nach und nach, wie ich nun an Fig. 32 kurz erläutern will, doch zurecht, und zwar am besten bei näherer Betrachtung der hintersten Zone, welche an das prae-retinale Septum (la) angrenzt. In Folge der durch die Härtung bedingten Zusammenziehung des Glaskörpers und des Widerstandes, den eine solche Contraction theils an der äusseren Cuticula, theils an der relativ festen Retina findet, kommt es häufig zu einer queren Zerreißung desselben in der aus der Figur ersichtlichen Weise wobei der hintere Theil durch eine weite Spalte (sp) vom vorderen getrennt erscheint. Vergleicht man nun den ersteren Theil, d. i. den retinalen Glaskörpersaum (a*) mit dem gleichnamigen Stratum anderer Würmer z. B. von Nephthys (Fig. 16 gl), so zeigt sich bald, dass die Structur derselben eine ganz analoge ist. Man sieht nämlich auch hier erstens die so charakteristische radiäre Streifung, die, was wichtig, mit jener der Retina correspondirt, und überzeugt sich dann zweitens, namentlich unter Zuhilfenahme einer Karmin-tinction, dass in dieser Schichte und zwar hart vor der Glashaut kernartige Gebilde (Fig. 32 u. 33 a) eingelagert sind. Ist man einmal so weit, so findet man sich auch in der Structur des übrigen Theiles zurecht. Es stellt sich nämlich heraus, dass sich die Streifen der Randzone kontinuierlich über den gesammten Glaskörper erstrecken, dass man es also, kurz gesagt, mit faserartig in die Länge gezogenen Zellen zu thun hat, die

sich von der äusseren Cuticula bis auf den Netzhautboden ausdehnen.

Dass der Glaskörper aber auch hier in der That nichts Anderes ist als ein Complex oder Bündel von langen Schlauchzellen, zeigen am schönsten Querschnitte durch denselben (Fig. 32 b u. Fig. 34). Hier zeigt sich nämlich, aber oft erst bei Anwendung stärkerer Systeme, ein ganz analoges Bild, wie es Diagramme durch pflanzliche Prosenchymgewebe darbieten, wobei zwischen den deutlich doppelkonturigen Wänden der benachbarten Zellen stellenweise ganz ähnliche dreieckige Intercellularräume sichtbar werden, wie wir sie seiner Zeit bei *Scolopendra* erwähnt haben.

In Bezug auf die basalen Kerne dieser Schlauchzellen ergibt die letzt citirte Figur, dass sie eine besondere Wandschicht sowie einen distincten Nucleolus besitzen. Der Inhalt der ausgebildeten Glaskörperzellen muss aber sehr arm an gerimbarem Protoplasma sein, da man viele derselben fast ganz leer findet. In der Region des Kerns ist die Körnchensubstanz meist um den letzteren abgelagert.

Was nun weiter die morphologische Bedeutung dieses Gewebes anbetrifft, so unterliegt es wohl keinem Zweifel, dass es auch hier eine reine Hypodermbildung ist. Dafür spricht einmal das ganz analoge Verhalten bei anderen Thieren, z. B. bei gewissen Spinnen, wo, wie z. B. am *Salticus*auge, die betreffenden Elemente gleichfalls ausserordentlich verlängert sind, und dann zweitens der Umstand, dass man ausser der einen (basalen) Kernschichte keine zweite etwa unmittelbar unter der Cuticula vorfindet, für die Annahme einer vom Glaskörper abgesonderten cornealen Hypodermis also absolut kein Grund vorliegt.

Ich lege auf diese Thatsache deshalb ein besonderes Gewicht, weil sie uns zugleich den Weg bahnt zum Verständniss jenes Gewebes (Fig. 31 st), in welches die Augen eingebettet sind, und das von Ehlers meines Erachtens vollständig verkannt worden ist.

Nach diesem Forscher zerfiel die subcuticuläre oder weiche Integumentlage häufig wenigstens, und speciell in der Augengegend in zwei Straten, in die eigentliche Matrix und in ein faseriges Bindegewebe. Von der ersteren, d. i. also von der Hypodermis im heutigen Sinne sagt er u. A. (p. 17): „Nach meinen Erfahrungen ist dieses Gewebe bei den Würmern nicht eine Schicht von selbständigen Zellen, sondern nur eine dünne Lage

feinkörniger Masse, welche man als Erzeugerin der Chitindecke ansehen kann“. Daraus folgt schon von selbst, dass, wenn Ehlers' Auffassung der Matrix richtig wäre, die in der Augengegend sehr dicke faserige Lage, wie sie Ehlers speciell auch in s. Fig. 19, Taf. 19 zeichnet und die auch auf unseren Schnitten (Fig. 31 u. 32 stü) zu sehen ist, in der That nicht zur Hypodermis gehören, sondern ein besonderes Stratum repräsentiren würde.

Gegen diese Anschauung von Ehlers spricht nun eben vor Allem das Verhalten jener Hypodermisstrecke, die den Glaskörper bildet. Auch diese Schichte erscheint, auf den ersten Blick wenigstens, eher einem faserigen Bindegewebe denn einem einfachen Epithel ähnlich, und doch wissen wir jetzt ganz positiv, dass es trotzdem nur eine Lage einfacher Zellen ist.

Der rein epitheliale Character der in Rede stehenden Gewebsschichte ergibt sich aber auch unmittelbar aus dem Verhalten desselben.

Verfolgt man dasselbe nämlich (Fig. 31 stü) von der Augengegend aus, wo es seine grösste Dicke erreicht, in die weitere Umgebung, so sieht man es allmählig zu einer ziemlich dünnen Lage zusammenschwinden (Hp), und zwar zu einer Lage, die sich in gar Nichts von einem typischen Cylinderepithel unterscheidet, wie ich ein solches zu besserer Orientirung in Fig. 24 und zwar aus derselben Gegend von einer Polynoe abgebildet habe.

Demgemäss stellt also die polsterartige Gewebsmasse, in welcher die beiden Augen sitzen, durchaus kein neues und besonderes Stratum vor, sondern es handelt sich hier so gut wie beim Glaskörper um Nichts Anderes als um eine locale Verdickung der Hypodermis. — Ich muss noch beifügen, dass diese Hypodermis inwendig von einer z. Th. geschichteten dünnen Cuticula (Fig. 32 iCu) ausgekleidet wird und diese ist es auch, welche mit der Hülle des Sehnervs kontinuierlich sich auf das Gehirn fortsetzt.

Was dann, um dies gleich hier mit abzuthun, Ehlers Auffassung hinsichtlich der „Augenträger“ betrifft, so liegt da offenbar eine durch ungünstige Schnitte erzeugte Confundirung zwischen dem dem Auge zunächst anliegenden Hypodermgewebe und dem innersten Retinastratum d. i. der schalenartigen Ausbreitung des n. opticus vor.

Dass letzterer aber wirklich aus typischem Nerven- und nicht,

wie Ehlers angibt, aus einem ganz aparten Gewebe bestehe, scheint mir kaum eines Beweises zu bedürfen.

Schliesslich haben wir noch der irisartigen Pigmentablagerung an der Aussenfläche des Glaskörpers zu gedenken. Betrachtet man letzteren im isolirten Zustand mit schwacher Vergrösserung, so erscheint die corneale Fläche desselben in ihrer ganzen Ausdehnung gleichmässig schwarz gefärbt. Mit stärkeren Linsen (Fig. 29) sieht man aber 1. dass das körnige Pigment sehr ungleichmässig vertheilt ist, und die betreffende Fläche oft wie marmorirt aussieht und dann 2. dass auf derselben stets ein grösserer aber sehr unregelmässig umschriebener heller Fleck, die Pupille vorkommt. Diese Pupille (Pu) liegt aber keineswegs, wie man vermuthen könnte, in der Mitte, sondern sehr excentrisch und zwar, wie der mehrgenannte Durchschnitt zeigt, in der Verlängerung der oculären Hauptaxe.

Derselbe Schnitt lehrt dann ferner, dass dieses Pigment etwa keineswegs, wie man aus Ehlers Darstellung schliessen muss, der Retina, sondern wie überall der Hypodermis angehört. Fraglich blieb es mir aber, ob die Gewebselemente, in denen das Irispigment abgelagert ist, selbständige (Pigment-)Zellen¹⁾ sind, oder ob dieselben nicht vielmehr nur dem äusseren Abschnitt der peripherischen Glaskörperzellen entsprechen.

Ich komme endlich zur Retina. Da es seit Grenacher's Untersuchungen als eine feststehende Thatsache betrachtet werden muss, dass bei gewissen Gliederthieren z. B. den Spinnen, die an einem und demselben Individuum vorkommenden ungleich placirten Augen derselben auch einen mehr oder weniger verschiedenen inneren Bau besitzen, was sich bei *Epeira* z. B. speciell in der Beschaffenheit der Retina ausspricht, so hatte ich auch bei *Nereis* in dieser Beziehung gewisse Unterschiede erwartet. Das nähere Studium und die Vergleichung der betreffenden Organe gab mir indess auch nicht den geringsten Anhaltspunkt zur Annahme eines solchen histologischen Dimorphismus und das Folgende gilt daher in gleicher Weise von den Vorderwie von den Hinteraugen.

Wenn aber auch — dies muss ich ausdrücklich bemerken — bei unserer *Nereis* derlei durch die Arbeitstheilung bedingte Differenzi-

1) An der Aussenfläche des Glaskörpers habe ich einmal in der That kernähnliche Elemente bemerkt, mich jedoch an Tiefenschnitten von deren Existenz nicht mit der wünschenswerthen Sicherheit überzeugen können.

rungszustände der Retina nicht bestehen, so ist damit selbstverständlich noch lange nicht bewiesen, dass solche den Würmern überhaupt fehlen, und möchten wir zum Studium dieser wichtigen Frage namentlich jene Anneliden empfehlen, bei denen, wie z. B. bei der jungen von Ehlers auf Taf. XXI Fig. 1 abgebildeten Nereis mehrere Paare von schon äusserlich sehr verschiedenen aussehenden Augen vorkommen.

Mit Bezug auf eine Angabe von Ehlers, der keine besondere Augen- resp. Retinahülle beobachtete, hebe ich nun zunächst hervor, dass ich eine solche gerade hier am Allerbestimmtesten unterscheiden konnte.

An gut entfärbten und dann mit Karmin tingirten Schnitten erscheint sie (Fig. 32 sc) als eine allerdings sehr schmale, aber durch ihre intensiv rothe Farbe leicht erkennbare Grenzleiste. Ich sah ferner und zwar auf's Bestimmteste, dass sie am äussersten Rande des Netzhautbechers (u) sich nach innen einschlägt, um die bekannte Zwischenlamelle (Fig. 31 und 33 la) zu bilden, welche letztere allenthalben mit grösster Schärfe hervortritt.

Die Retina selbst zeigt dann im Ganzen eine ähnliche Beschaffenheit wie bei Nephthys und Eunice. Der unentfärbte Schnitt bietet, wie auch Ehlers erkannt, zwei Schichten, eine dunkel-schwarze Aussen- und eine pigmentfreie Innenlage. Letztere entspricht im Wesentlichen (Fig. 31 Hgz) der Ganglienzellen- und Faser-schichte; erstere der Stäbchenzone (st).

Bezüglich der hellen Zone muss ich noch erwähnen, dass sie Ehlers viel zu schmal angibt, und dass, wie schon erwähnt wurde, unsere Faserlage z. Th. seinem Augenträger-Gewebe entsprechen dürfte.

Das Pigment der Aussenzone erschien mir bald einfach schwarz, bald dunkel-violett.

Der innere wie verwaschen aussehende Rand der Pigmentzone ist nicht schwarz, sondern erscheint — wie dies auch Ehlers erwähnt, mehr röthlich-pommeranzengelb; da aber alles Augenpigment von Nereis (und vieler anderer Würmer) in Kalilauge dieselbe Farbe annimmt, möchte ich glauben, dass das in Rede stehende Randpigment nicht wesentlich vom übrigen verschieden sei¹⁾.

1) Da erwiesenermaassen auch verschiedene sog. Conservirungsflüssigkeiten, wie z. B. Alcohol, gewisse Augenpigmente verändern resp. auflösen,

In Bezug auf das Uebrige verweise ich zunächst auf Figur 33. Selbe ist von einem Tiefenschnitt, der so lange mit Kalilauge behandelt wurde, bis ich die Elemente der Aussen-schicht deutlich unterscheiden konnte. Da erkennt man nun, dass die Retina nach Abzug der dünnen Faserlage sich aus schlauchartigen Pallisaden zusammensetzt, die aber im Vergleich zu anderen Würmern auffallend kurz, resp. dick sind. Jeder dieser Schläuche zeigt dann wieder drei differente Abschnitte, einen vorderen, das Stäbchen, einen mittleren, und dann einen basalen Theil. Am auffallendsten erscheint an unserem Präparat das Stäbchen, oder richtiger der mit gelblichbraunem Pigment erfüllte zapfenartige Inhaltskörper desselben, der, wie wir schon oben erwähnten, von einem hellen Axenfaden durchzogen wird. Da diese pomeranzengelben Körper nicht bloss seitwärts, sondern auch nach hinten scharf abgegrenzt erscheinen, glaubte ich anfangs, dass sie den axialen Stäbchen der Spinnen entsprechen. Der gleichfalls schon früher besprochene Flächenschnitt durch die Stäbchenschicht in Fig. 35 zeigt indess, dass man es hier wirklich nur mit den becherartigen Höhlungen der Stäbchen zu thun hat.

Das Bild erinnert auffallend an dasjenige, welches Grenacher auf Taf. I Fig. 11 von *Dytiseus* zeichnet. Man hat ein stark lichtbrechendes, bei hoher Einstellung dunkles, bei tiefer sich allmählig aufhellendes bienenwabenartiges Balkenwerk vor sich.

Die sechseckigen Lücken beziehungsweise Kammern dieses Stäbchenstratum erscheinen nun von einem feinkörnigen gelblichen Inhalt erfüllt, in dessen Mitte der Axenfaden hängt. — Die Stäbchen müssen mit ihren Seitenwänden jedenfalls ganz knapp aneinanderliegen, da die Balken, welche ihre Hohlräume von einander trennen, meist ohne Spur einer mittleren Trennungslinie erscheinen.

Eine Streifung der Stäbchenwand konnte ich bisher niemals sicher constatiren, vielleicht wohl auch deshalb, weil ich es versäumt habe, diese Elemente im völlig isolirten Zustand darauf zu prüfen. Ebenso bin ich über einen andern Punkt im Unklaren geblieben, nämlich darüber, ob denn die Stäbchenhöhlung nach

so kann hier nur die Untersuchung von ganz frischem Material die erwünschte Aufklärung geben.

hinten hin bis auf die zum Eintritt des Axenfadens nothwendige Oeffnung vollkommen geschlossen ist.

Am Empfindlichsten ist mir aber meine Ungewissheit in Betreff der Vorderkernzone. Ich habe nämlich von einer solchen wiederholt Andeutungen gesehen, jedoch unter Umständen, wo eine Verwechslung mit der basalen Kernschichte des Glaskörpers nicht ganz ausgeschlossen war.

Fam. Syllidea.

Hesione pantherina Risso.

Die Augen dieses Wurms, über die ich in der mir zur Verfügung stehenden Literatur keine nennenswerthe Angabe finde, stimmen in den meisten Punkten mit jenen der eben behandelten *Nereis* überein und beschränke ich mich im Folgenden auf die Mittheilung der Hauptpunkte.

Auch hier unterscheidet man bekanntlich zwei Paare, ein vorderes und hinteres, die zusammen ein Trapez bilden.

Beiderlei Augen sind im Ganzen sehr klein zu nennen, da ihr Durchmesser an einem ca. 20 mm langen Exemplar nicht mehr als 0,15 mm betrug. Trotz dieser Kleinheit oder vielleicht gerade deshalb lässt die äussere Besichtigung mehr als bei *Nereis* erkennen. Man sieht nämlich, wie dies übrigens von den meisten Sylliden angegeben wird, im Innern des Pigmentfleckes (Fig. 19) eine ziemlich scharf umschriebene, relativ durchsichtige Stelle, die dem lichtbrechenden Körper entspricht. Nebstdem bemerkt man sofort, dass die Form beider Augen noch viel beträchtlicher verschieden ist, als bei *Nereis*. Während nämlich das hintere (h) einen fast kreisrunden Umfang zeigt und die Pupille eine centrale Lage besitzt, hat das Vorderauge (v) eine mehr längliche Gestalt und erscheint die Pupille stark nach vorne verschoben.

Dem entspricht nun auch der mit der *Cam. luc.* gezeichnete Mediananschnitt in Fig. 16. Derselbe gleicht im Allgemeinen vollständig dem correspondirenden Präparat von *Nereis* (Fig. 31), einzig nur mit dem Unterschiede, dass hier das Hinterauge nicht schief nach rückwärts, sondern gerade nach oben gerichtet ist, auf der äusseren Haut also senkrecht steht.

Die Verschiedenheit der Form beider Augen spricht sich am deutlichsten in jener des Retina-Schnittes (Fig. 21) aus. Am Vorder-

auge ist derselbe sichel-, am hinteren halbmond- oder besser halbringförmig.

In Bezug auf die einzelnen Augentheile wäre dann etwa folgendes zu berichten.

Die corneale Integument-Cuticula erweist sich hier fast ebenso indifferent wie bei den meisten Würmern. Am Präparat Fig. 20 erscheint sie allerdings über jedem Auge uhrglasförmig gewölbt, da diese Krümmung sich aber über das gesammte Auge erstreckt und nicht auf die unmittelbar dem Glaskörper vorgelagerte Stelle beschränkt ist, dürfte sie in physiologischer Beziehung nur einen geringen Werth haben und eher als Ausdruck für eine durch die Augenbildung bedingte räumliche Entfaltung des Integumentes zu nehmen sein.

Höchst lehrreich ist hier der lichtbrechende Körper, der im Ganzen dem von Nereis gleicht, also linsenlos ist, aber seine Zusammensetzung aus typischen Hypodermiszellen viel leichter wie dort erkennen lässt.

Am Tiefenschnitt zeigt er wieder ein streifig-faseriges Gefüge (Fig. 22 gl links), am Querschnitt dagegen das bekannte Bild eines Parenchymgewebes (dieselbe Figur rechts). Durch Auflösung des Augenpigments mit Kalilauge und nachherige Fixirung mit einer Säure erhält man oft eine schöne (gelblichbraune) Tinction der basalen Kerne. Der Form des Glaskörpers entsprechend, laufen dessen Schlauchzellen am Vorderauge fast parallel (Fig. 21 gl), während sie am hinteren von der Cuticula aus radiär nach Innen ausstrahlen.

Bei der sphärischen Form dieses Gebildes ist es ferner auch leicht begreiflich, warum auch an Tiefenschnitten manche Zellen quer getroffen werden.

Uebergehend zur Retina, so ist hinsichtlich des Gesamthabitus zu erwähnen, dass sie eine grössere Dicke wie bei Nereis besitzt, und gilt dies insbesondere von der äusseren oder pigmentirten Zone (Fig. 20 re). Letztere erscheint an dickeren Schnitten schwärzlich-, an dünneren gelblichbraun, und letzteres ist auch die Farbe der isolirten Pigmentkörner.

Die helle Innenzone lässt am unentfärbten Schnitt nicht viel mehr unterscheiden, als eine körnige Grundmasse mit einzelnen Kernen, sowie, an der äussersten Peripherie, wellige Züge feinsten Opticusfasern.

Von auffallender Präcision ist das Bild der Retina, wenn sie nach der mehrfach erwähnten Methode aufgeheilt wird.

Zunächst sieht man hier die pallisadenartig nebeneinander stehenden Schläuche mit einer Deutlichkeit, wie sie sonst selten zu Tage tritt. Diese Schläuche sind im Vergleich zu denen von *Nereis* in ihrem bacillären Vorderabschnitt sehr schlank und hell, während sie hinten überall stark kolbig aufgetrieben und pigmentirt erscheinen. Vor Allem überraschte mich aber hier die grosse Deutlichkeit der Vorderkernzone. Die betreffenden Gebilde (ak) sind nämlich ebenso scharf konturirt und durch den retinalen Farbstoff ebenso intensiv gelb tingirt, wie die in den oberwähnten Kolben liegenden Hinterkerne (gz), von denen sie sich überhaupt nur durch eine etwas geringere Grösse unterscheiden.

Dagegen konnte ich hier über den feineren Bau der im Ganzen röhrenartigen und, wie es scheint, ziemlich dickwandigen Stäbchen, sowie über das Verhalten des Axenfadens nichts Näheres herausbringen.

Fam. Aphroditea.

Mit Rücksicht auf das Ziel der vorliegenden Arbeit, welche durchaus keine irgendwie vollständige Schilderung der Augen aller einzelnen Nereidengruppen geben, sondern nur den Typus derselben ins Klare bringen soll, muss ich hier gleich vorausschicken, dass es mir speciell bei dieser grossen Abtheilung lediglich nur um eine flüchtige Orientirung darüber zu thun war, in wieferne deren Augenbau mit dem bei den früher behandelten übereinstimmt, und theile ich diesfalls nur einige Abbildungen mit kurzer Erläuterung mit.

Auf Fig. 23 sieht man zunächst einen Flächenschnitt durch das Augen-Innere einer *Polynoe elegans*. Derselbe gleicht fast vollständig dem einer *Nereis*, insoferne der aus sehr durchsichtigen Schlauchzellen bestehende Glaskörper keine Linse einschliesst. Ein Bild der genannten Zellen (gl) selbst (und zwar im Querschnitt) gibt dann Fig. 26. Ihre Wände sind sehr dick und zeigen häufig, wohl als Schrumpfung-Erscheinung eine Art Kanellirung, die auch das streifige Aussehen derselben bedingt. Die

Kerne sind relativ sehr klein, aber ausserordentlich stark lichtbrechend.

Fig. 25 zeigt dann die Augen-Weichtheile an einem axialen Durchschnitt, wobei, hinsichtlich der Retina, das Vorkommen einer deutlichen Vorderkernzone (ak) zu erkennen ist. Ein genaues Bild der oculären Ganglienzellenlage findet sich dann auf Fig. 26*, nach einem mit Carmin tingirten Flächenschnitt, und beachte man hier, dass die Wandung der betreffenden Schlauchabschnitte eine sehr derbe ist.

Bei einer *Polynoe areolata* Grube fand ich die Verhältnisse im Ganzen ähnlich; nur schienen mir die Glaskörperzellen noch grösser d. h. dicker wie bei *P. elegans* zu sein.

Da Ehlers bekanntlich dem Nereis-Auge einen eigentlichen Sehnerv abspricht, muss ich noch eigens bemerken, dass ein solcher hier ausserordentlich deutlich zu erkennen ist.

Das Auge mit seiner schalenförmigen Retina und dem darin steckenden zapfenartigen Glaskörper gleicht ungefähr einer Eichel- frucht, und ist durch einen langen aus echten Nervenfasern bestehenden Stiel mit dem Gehirn verbunden.

Zum Unterschied im Vergleich zu den früheren Würmern, deren Augenpigment in Kalilauge eine pomeranzengelbe Lösung gibt, erscheint dieselbe hier sowie bei *Aphrodite aculeata* von rauchbrauner Farbe.

Schliesslich beachte man noch das gestielte Auge von *Hermione hystrix* in Fig. 27.

Links sieht man dasselbe am entfärbten Längsschnitt, wobei man folgende Haupttheile unterscheidet. Nämlich 1) die Cornea co, 2) den zapfenartigen Glaskörper gl (ohne Linse), 3) eine Stäbchenlage, 4) eine Schicht grosser Basalkerne und 5) endlich den längs des Augenträgers verlaufenden Sehnerv.

Die Figur rechts gibt dann einen Querschnitt in der mittleren Höhe des Glaskörpers (xx), an dem man in concentrischer Anordnung von Aussen nach Innen den Glaskörper, die Stäbchenschicht, die basalen Kerne und zu äusserst die Integument-Cuticula mit ihrer in der Zeichnung weggelassenen Hypodermis (hp) erblickt.

Einige Maassangaben über die Polychaeten-Augen in Millimetern

Name des Thieres.	Grösster Augen-Durchmesser.	Weite der Pupille.	Glaskörperzellen		Retina						
			Grösste Dicke.	Kern.	Länge d. Ret. Schläuche.	Stäbchen		Retinalkerne			Dicke der Ganglienzelle.
						Länge.	Dicke.	Aeusserer.	Mittlerer.	Basaler.	
Aleiope Contrainii.	0,8	0,2	0,006	0,004	0,12	0,057	0,0057	0,004	0,003	0,005	0,007
Nephtys margaritacea.	0,4	0,05	0,006		0,06	0,04	0,005	0,004		0,007	0,009
Polynoe elegans	0,3		0,015*)	0,009*)	0,03		0,008*)			0,008	0,011
Eunice Harassii	0,3	0,07			0,05	0,025	0,003	0,0025	0,005	0,005	
Nereis Costae	0,3	0,07	0,009	0,0045	0,024	0,008*)	0,0055	0,0044?		0,005	0,0076
Hesione pantherina.	0,15		0,007	0,004	0,05	0,025	0,0035	0,003		0,004	0,006

*) Obwohl die Grössenverhältnisse der Augentheile und besonders der Retinalelemente hauptsächlich nur in Verbindung mit gewissen physiologischen Fragen, z. B. über die Sehweite und Sehschärfe Interesse haben, möchte ich doch wenigstens auf den aus der Tabelle ersichtlichen Umstand aufmerksam machen, dass speciell die Dimensionen der Stäbchen beim grossen Auge von Aleiope fast genau dieselben sind wie am vielmal kleineren „Pigmentfleck“ einer Nephtys oder Nereis.

Ein grosser Unterschied zwischen beiderlei Augen besteht nur darin, dass bei den letzteren die Zahl der Perceptiv-elemente und damit also wohl auch die Bildgrösse und -Deutlichkeit, relativ sehr reducirt ist.

Schwierig dürfte es sein herauszubringen, ob man namentlich an den äusserlich sehr flachen Klein-Augen eine Rückbildung in Folge von Weniger-Gebrauch oder eine Anpassung an besondere Lebensbedingungen zu suchen hat.

Zusammenfassung und Vergleiche.

Das Auge hat bei allen (von mir untersuchten) Chaetopoden trotz der grossen Verschiedenheit seiner äusseren Erscheinung und Grösse, genau einen und denselben Typus.

Es zeigt eine im Ganzen kugelförmige Gestalt und besteht aus zwei Haupttheilen: einem äusseren (oberflächlichen), der nichts Anderes als eine mehr oder weniger modificirte Strecke des all-

gemeinen Integumentes ¹⁾ (Cuticula und Hypodermis) ist und das dioptrische Organ darstellt, und aus einem inneren unmittelbar mit dem Nervensystem verbundenen Abschnitt, der das oculäre Perceptivsystem oder die Retina repräsentirt.

Der Augapfel als Ganzes besitzt keine eigene Umhüllung (Sclerotica im Sinne der Wirbelthiere und Cephalopoden), wohl aber kommt eine solche dem Retinabecher zu, der als ein selbstständiger Abschnitt vom allgemeinen oder integumentalen Theile abgelöst werden kann. Diese Retina-Hülle ist eine dünne Cuticula und erweist sich topographisch als ein gestielter blasenartiger Anhang der Hirnkapsel.

I. Integumentaler Abschnitt.

A. Cuticulare Schichte.

Dieselbe zeigt durchgehends eine wenn auch meist nur unbedeutende Vorwölbung nach Aussen, verbunden mit einer relativ grossen Homogenität, resp. Pellucität. Dagegen scheint eine linsenartige Verdickung der Cornea-Cuticula ganz allgemein zu fehlen; ja bisweilen (Nereis) ist die Cornea sogar dünner, als das umgebende Integument.

Am augenfälligsten ist die Differenzirung dieses Theiles bei den Alciopiden und an den gestielten Augen gewisser Aphroditiden, beschränkt sich aber auch hier lediglich auf die Flächenkrümmung.

B. Hypodermale Schichte.

Dieser Augentheil, für den ich die möglichst indifferente Bezeichnung „dioptrischer Binnenkörper“ vorschlage, zeichnet

1) Wenn u. A. Gegenbaur (Grundriss der vgl. Anatomie p. 165) auf Grund der bisherigen Angaben sagt: „Der Augensbulbus erscheint nur in jener höchsten Ausbildung bei den Alciopiden mit dem Integument in Verbindung“ und dann (Grundzüge d. vgl. Anatomie 1870 p. 106), „dass bei den Chaetopoden die Augen meist unter dem Integument geborgen seien,“ so hat diese Darlegung, wie wohl kaum zu erwähnen nöthig, durch meine Untersuchungen ihre Gültigkeit insofern verloren, als bei den Alciopiden so gut wie bei den anderen Nereiden i. w. S. das Integument selbst einen integrierenden Theil des Augenkörpers darstellt.

sich ganz allgemein durch eine grosse Durchsichtigkeit und sein bedeutendes (aber bisher nicht näher analysirtes) Lichtbrechungsvermögen sowie durch die starke oft zapfenartige Krümmung seiner Innen- oder Retinalfläche aus.

Im Uebrigen zeigt dieser Abschnitt zwei scharf von einander zu haltende Differenzirungsformen. Im einen Falle (bei Nereis, Aphrodite, Polynoe, Hesione etc.) ist der dioptrische Binnenkörper nichts Anderes als ein Stück Hypodermis (Epithel), bestehend aus radienartig ausstrahlenden schlauchartigen Zellen, die von der Peripherie des Auges gegen die Axe zu an Länge zunehmen, und deren Kerne das basale (retinale) Ende einnehmen; im andern Falle dagegen zeigt sich im centralen Theile dieses zelligen Hellkörpers ein homogenes und zwar cuticulares Gebilde, das ich als Linse im engeren Sinne dieses Wortes bezeichne. Der dioptrische Zellkörper bildet in diesem Falle keine solide Masse, sondern eine die Linse mantelartig umgebende Ausfüllungs- oder Zwischenlage, die aber in Bezug auf ihr übriges Verhalten und namentlich betreffs ihrer Kernlage vollkommen mit dem soliden Zellkörper des indifferentern Auges übereinstimmt und demselben also homolog zu setzen ist.

An dieser mantelförmigen Zelllage bezeichne ich den äusseren unter der integumentalen Cuticula liegenden Abschnitt als Corneal-Epithel, den übrigen dagegen als Glaskörper im engeren Sinne und zwar in Bezug auf den linsenlosen Zustand desselben Gewebes, das, wie bei den Tracheaten, Glaskörper schlechthin genannt werden mag, wobei aber wohl zu beachten, dass dieses ectodermatische C. vitreum der Artrozoen im Vergleich zum gleichnamigen mesodermatischen Gewebe der Wirbelthiere immer nur ein blosses Analogon darstellt.

Die Linse selbst hat im Allgemeinen eine ähnliche Form wie der dioptrische Abschnitt im Ganzen: sie ist daher aussen sehr flach bei den mehr planeornealen Augen (Eunice, Nephthys), deutlich gewölbt dagegen am convex-cornealen Alciopiden-Auge.

Ihr Bau ist insoferne bei allen ein ähnlicher, als sie überall von einer besonderen dünnen Kapsel umgeben wird und, wenigstens z. Th., aus einer ganz homogenen Masse besteht, die ihrer leichten Auflöslichkeit in Kalilauge wegen im Ganzen mehr von gallertiger als chitinöser Beschaffenheit zu sein scheint.

Die Substanz des Linsenkörpers bietet aber manche z. Th. gewiss auf ihre optische Function bezügliche Anpassungen. Bei *Alciope* zerfällt sie in drei concentrische Schichten, wovon die äussere körnig gerinnende die weichste zu sein scheint.

Bei *Nephthys* dagegen z. B. findet sich ein granuläres Gerinsel im centralen Theil. Ob in diesen körnigen Straten vielleicht Ueberreste von linsenbildenden Zellelementen vorliegen, und wie dieser Körper sich überhaupt bildet, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten.

In der pericornealen Hypodermis findet sich wohl durchgehends eine Ablagerung von Pigment, das den durchsichtigen Theil der Cornea (*Cornea-Pupille*) oft (*Nereis* z. B.) bis auf eine sehr kleine Strecke einengt.

Bei *Eunice* erscheint diese, einer Iris analoge, hypodermatische Augenblendung sternförmig (Fig. 9).

Die Frage nach dem gelegentlichen Vorkommen einer dem accomodatorischen Ciliarkörper analogen Einrichtung, bleibt noch offen — eine Andeutung eines den vordern Linsentheil ringförmig umspannenden Contractil-(?)Gewebes fanden wir nur bei *Alciope*.

II. Retina.

Die Retina hat im Allgemeinen die Form eines in der Mitte ausgebauchten Bechers, mit einer, in Vergleich zum Tracheaten-Stemma, im Ganzen sehr tiefen Aushöhlung und einer verhältnissmässig dünnen Wandung.

Die Retina ist in ihrer gesammten Ausdehnung nichts Anderes als die Endausbreitung des Sehnervs und gliedert sich in zwei aber continuirlich mit einander verbundene Lagen: in eine innere, die Opticusfaserschicht, welche im Allgemeinen sehr dünn ist, und in eine äussere (d. i. dem Integument zugewandte), die Pallisadenschicht, und stellt letztere die Hauptmasse der Netzhaut dar.

Die Dicke der Pallisadenschicht (und der gesammten Retinawand) nimmt gegen den Rand des Bechers hin ab, ist aber auch im centralen (resp. axialen) Abschnitt (ob immer?) dünner als in der nächst angrenzenden peripherischen Region.

Die Elemente der Pallisadenschicht erscheinen einander vollkommen homotyp und stehen im Ganzen immer senkrecht auf der vitrealen Fläche (Grenzlamelle) des Netzhautbechers. Diese Pallisaden sind (meist prismatische) Schläuche, welche mit ihrem inneren (basalen) Theil je in eine Opticusfaser übergehen, während ihr äusseres Ende an die Grenzlamelle angeheftet ist.

Ihrer radiären Aufstellung entsprechend nimmt ihr Kaliber von Innen (N. opticus) nach Aussen (Glaskörper) ab; an der Basis sind sie oft kolbenartig aufgetrieben.

Diese Retinal-Schläuche sind nicht histologische Elementarorgane vom Werth einer einfachen (einkernigen) Zelle (Grenacher), sondern besitzen (wahrscheinlich auch Nereis mit inbegriffen) wenigstens zwei Kerne, einen apicalen oder terminalen am äussersten Endstück des Schlauches, und einen basalen (inneren) in dem einer Ganglienzelle vergleichbaren Abschnitt. Bei einigen Würmern, so bei Eunice und Alciopie, findet sich ausserdem noch ein mittlerer Retinal-Kern vor, und ist dessen Vorhandensein auch für andere Würmer wahrscheinlich. Die Schlauchwandung zwischen dem äusseren und mittleren Kern ist stark verdickt, stark lichtbrechend und zeigt, z. Th. wenigstens, eine lamelläre Zusammensetzung aus zweierlei wechselweise sich folgenden Substanzschichten von ungleichem Brechungsindex; den betreffenden Abschnitt des Retinalschlauches bezeichne ich mit Greeff als Röhrenstäbchen. Der, wie im übrigen Schlauchtheil protoplasmatische Inhalt des Stäbchens wird der Länge nach von einem dünnen Axenfaden durchzogen, der sich z. Th. bis in die retinale Ganglienzelle zurückverfolgen lässt.

Die Retinaschläuche enthalten stets ein körniges Pigment, das in dickeren Lagen das Licht absorbirt und meist schwarz erscheint.

Bei Alciopie Contrainii scheint das Pigment ausschliesslich nur auf die hier scharf begrenzte und sehr schmale Mittelstrecke beschränkt, bei allen übrigen füllt dasselbe auch die Stäbchen aus, und erscheint demnach die gesammte Pallisadenschicht, mit Ausnahme eines schmalen basalen Saumes, im natürlichen Zustand undurchsichtig.

Eine morphologische Vergleichung dieser retinalen Pigmentzone, namentlich wenn sie (wie bei Alciopie) eine mediäre Lage einnimmt, mit der Chorioidea der Wirbelthiere ist aus mehrfachen

naheliegenden Gründen völlig unzulässig, und ist wohl auch die (physiologische) Analogie nur eine sehr entfernte.

Bei *Alciopie* liegt vielleicht zwischen der Stäbchen- und Mittelschicht eine feine gefensterte Grenzmembran.

Die Cardinalfrage, ob diese mehrkernigen Retinalschläuche nur höher differenzierte einfache Zellen vorstellen, oder ob sie durch Verschmelzung von einer dem Numerus ihrer Kerne entsprechenden Anzahl von Zellen entstehen, wird einzig und allein nur die ontogenetische Untersuchung entscheiden; von einer directen Umwandlung einer Hypodermstrecke in die retinale Pallisadenschichte kann aber wohl nach ihrem ganzen Verhalten zu urtheilen, kaum die Rede sein.

III. Vergleichung.

Wie schon früher¹⁾ kurz mitgetheilt und in der vorliegenden Arbeit wiederholt näher begründet wurde, zeigt das Chaetopodenauge vor Allem die grösste Verwandtschaft mit dem typischen Tracheatenstemma, ja es sind diese beiden Augenformen geradezu homotype Bildungen zu nennen. Es zeigt sich dies einmal im hypodermalen Character ihres dioptrischen Binnenkörpers und dann ganz besonders in der Gestaltung, Umhüllung und Gliederung der Retina. Betreffs der letzteren sei nur noch einmal hervorgehoben, dass ihre Elemente, die Retinapallisaden, auch bei den Tracheaten (wenigstens bei den von uns untersuchten) nicht ein- sondern mindestens zweikernig sind, und dass der basale Abschnitt einen ganglienzellenartigen Habitus besitzt.

Ein Unterschied besteht — aber nicht allgemein — nur in der Form des Stäbchens, das bei den Tracheaten meist ein axiales, bei den Chaetopoden hingegen ein parietales Gebilde des Retinalschlauches ist, sowie in dem Umstande, dass für das stemmale Tracheaten-Stäbchen noch kein besonderer Axenfaden nachgewiesen ist.

In letzterer Beziehung wäre aber zu bedenken, ob nicht

1) Ueber die Convergenz zwischen dem Tracheaten-Stemma und dem Annelidenauge. Dieses Archiv Band 17 pag. 94. Ferner in der Abhandlung von Professor Marty „Die Frage nach der geschichtlichen Entwicklung des Farbensinnes“, Wien, Gerold 1879, pag. 154 und 155.

vielleicht manche der sog. soliden Axenstäbchen — und wir erinnern speciell an die von uns beim Scorpion nachgewiesenen Verhältnisse —, welche sich weit zurück gegen die Ganglienzelle verfolgen lassen, dem Axenfaden der hohlen Chaetopoden-Stäbchen entsprechen. Trotz dieser ganz ausgesprochenen Homotypie zwischen Tracheatenstemma und Chaetopodenaue können dieselben aber aus naheliegenden Ursachen doch nicht als Homologa, sondern nur als hochgradig convergente Analoga bezeichnet werden, ja auf Grund der so ausserordentlich ungleichen Lagerung und der so schwankenden Zahl dieser Organe bei den einzelnen hierher gehörigen Thierformen, ist es noch sehr fraglich, in wieweit die Augen der Tracheaten einer- und der Chaetopoden andererseits innerhalb jeder der genannten Abtheilungen mit einander homologisirt werden dürfen.

Beispielshalber will ich nur darauf hinweisen, dass vorläufig für eine strenge Homologisirung der Spinnenaugen und der (imaginalen) Insecten-Stemmata keinerlei sichere Basis vorliegt¹⁾.

Ausser der Vergleichung des Chaetopodenauges mit dem Tracheaten-Stemma scheint mir dann noch, und zwar speciell in Bezug auf die von mir entwickelten Anschauungen über die Retina-

1) Von grösstem Interesse wäre selbstverständlch eine genauere Kenntniss der bei einigen Chaetopoden, Polyophthalmus, Amphicore etc., vorkommenden Rumpf- bez. Schwanzaugen und deren Vergleichung mit den am Kopf befindlichen.

Hier will ich auch bemerken, dass die „dunkeln Rückenflecke“ von *Lysidice viridis* Gray, so viel ich aus der einschlägigen Darstellung von Ehlers (p. 367 sowie Taf. XVI Fig. 17 und 18) entnehme, wahrscheinlich doch, wie schon Metschnikoff behauptete, als Sehorgane und nicht (Ehlers) als Drüsen zu betrachten sind. Dafür spricht die linsenartige Anschwellung der Integument-Cuticula, dann das darunter liegende auffallend helle und grosszellige Gewebe, das (von den angeblichen Poren der betr. Elemente abgesehen) auffallend an den von uns nachgewiesenen Glaskörper erinnert, und endlich der am Tiefenschnitte (Ehlers Fig. 18) halbmondförmige Pigmentgürtel. Eine Behandlung des letzteren mit Kalilauge, die Ehlers leider auch hier unterlassen hat, würde voraussichtlich eine völlig sichere Entscheidung geben, da Drüsen- und Retinalelemente für den Kundigen in der Regel doch leicht von einander zu unterscheiden sind.

Gliederung eine andere Parallele von Wichtigkeit, ich meine die mit dem Cephalopodenaug.

Um das, wie es scheint, einfachere Verhalten bei Nautilus zum Ausgangspunct zu nehmen, so geht zunächst aus der einschlägigen Darstellung von Hensen (Bronn's Classen und Ordnungen des Thierreiches, Weichthiere, Taf. 115, Fig B) zur Evidenz hervor, dass die Retina ausser der genau wie bei den Artrozoen gelagerten Stäbchenschichte noch zwei scharf gesonderte d. i. je mit einer eigenen Kernzone versehene Zellstraten besitzt, nämlich eine äussere epithelartige und pigmentirte Schichte, welche hier kontinuierlich in die flimmernde Integument-Epidermis überzugehen scheint, und dann ein inneres (d. h. dem opticus näher liegendes) Stratum, das anscheinend aus mehr rundlichen und unregelmässig durcheinanderliegenden Zellen besteht.

Bei näherer Vergleichung dieses Hensen'schen Schemas mit der Alciopiden-Retina auf unseren Figuren 1, 2 u. s. f. drängt sich nun wohl Jedem schon a priori die Vorstellung auf, dass in der erwähnten äusseren retinalen Zellschicht (in der genannten Figur mit m bezeichnet) ein Analogon zur „pigmentirten Mittelschicht“ von Alciopie vorliege, woraus sich dann die weitere Vergleichung der inneren Nautiluschicht (mit o bezeichnet) mit unserer basalen oder Ganglienzellenschicht von selbst ergibt.

Dass hier aber in der That ganz analoge Differenzirungen vorliegen, ersehe ich nun, und nicht ohne Ueberraschung, aus der neuerlichen Durchmusterung einiger seinerzeit von mir in Triest angefertigter Schnitte durch eine in Osmium gehärtete Sepia-Retina. Die Uebereinstimmung zumal mit den gleichbehandelten Schnitten von Alciopie ist geradezu eine sprechende. Zunächst in Bezug auf die Stäbchen. Dieselben sind auch hier, was übrigens z. Th. schon durch Hensen, M. Schultze etc. bekannt, hohl, von einem dünnen Faden durchzogen und zeigen an der verdickten Wandung eine ganz ausserordentlich prägnante Querstreifung. Die Mittelschichte dann ist im Ganzen die schmäkste und vorne und hinten, ganz wie bei Alciopie scharf z. Th. durch eine eigene m. fenestrata abgegrenzt. Besonders betone ich noch, dass sich das schwarze Pigment derselben wenigstens streckenweise und als isolirender Ueberzug des Axenfadens, auch in das Stäbchenlumen hineinzieht. Bezüglich des basalen

Elementes hebe ich nur hervor, dass dasselbe continuirlich in das Mittelstück und durch dieses in das Stäbchen übergeht, dass die Retina also auch hier auf eine einfache Schichte von Pallisaden oder Schläuchen zurückzuführen ist, die in der angegebenen Weise in drei mehr oder weniger selbständige Unterzonen von z. Th. epithelialem Character zerfällt. Ganz im Unklaren bin ich hier vorläufig nur über das ev. Vorkommen eines äusseren Stäbchenkerns, dessen Aufsuchung nach dem bei den Würmern von mir nachgewiesenen Verhalten, gewiss keine überflüssige genannt werden kann, da ja eventuell auch der sichere Nachweis seiner Nichtexistenz für eine allgemeinere Retina-Vergleichung von Wichtigkeit ist¹⁾.

Czernowitz, 15. August 1879.

1) Ich kann hier nicht umhin zu bemerken, dass mir die Art und Weise, wie Grenacher (p. 164 und 165) seine Theorie von der Einzelligkeit der Retinapallisaden gegenüber den bei den Cephalopoden erkannten Verhältnissen aufrecht zu erhalten sucht, nicht vollkommen verständlich ist.

Wenn er u. A. die inneren dem opticus zunächst liegenden, aber mit dessen Fasern direct verbundenen Zellsträten vom Begriff der Retina ausschliessen will, so müsste man doch consequenterweise auch die kernführenden Basaltheile im Tracheatenstemma eliminiren, und es bliebe dann am Grenacher'schen Schema z. Th. (z. B. im Vorderauge von Epeira) als Retina nur eine kernlose Stäbchenschichte zurück, die dann nicht einmal den morphologischen Werth eines Epithels besässe.

Einer weitergreifenden comparativen Theorie der Retina müssen jedenfalls noch viele, viele genaueste Detailuntersuchungen und zwar bei allen grösseren Thiergruppen vorausgehen, und bevor man das fertige Auge nicht kennt, haben auch die onto- und gar die phylogenetischen Untersuchungen und Speculationen lediglich einen heuristischen Werth.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXVIII, XXIX, XXX.

Allgemeine Bezeichnungen.

- Cu Allgemeine Integument-Cuticula.
 Co Ocularer Abschnitt derselben (Cornea).
 Hp und hp Integumental-Epithel (Hypodermis).
 gl Oculares Integument-Epithel (Glaskörper).
 ir Pigmentirter Theil der ocularen Hypodermis (Iris).
 pu Pupille.
 li Augen-Linse.
 lea Linsencapsel.
 iCu Innere Integument-Cuticula (Grenzhaut).
 sc Parietaler oder Manteltheil der allgemeinen Retina-Hülle (in einem nicht zutreffenden Sinn häufig als Sclera bezeichnet).
 la Vorder- oder Aussenabschnitt derselben, als Grenzlamelle zwischen dem Retinakehl und dem äusseren (integumentalen resp. dioptrischen) Augenkörper (auch Hyaloidea genannt).
 re Retina (besteht aus einer äusseren (Pallisaden-) und einer innern (Faser)-Schicht).
 st Parietale oder Röhren-Stäbchen.
 xf Axenfaden.
 ak Kerne der äussersten Pallisaden- resp. Stäbchenschicht.
 mk „ „ mittleren Pallisadenschicht.
 gk „ „ basalen Pallisaden- oder Ganglienzellenschicht.
 gz und bas Basalabschnitt der Pallisaden auch retinale Ganglienzelle genannt.
 fa Retinale Nerven-Faserschicht.
 n-o nervus opticus.

Wo nichts anderes bemerkt ist, wurden die abgebildeten Präparate mit der stärksten uns zur Verfügung stehenden Linse (Zeiss Immers. III) durchmustert, aber aus ökonomischen Gründen meist in einem kleineren Maassstabe ausgeführt.

Tafel XXVIII.

Fig. 1. *Alciopé Contraainii* Delle Chiaje. Meridionalschnitt durch das Gesammtauge und zwar in transversaler Richtung (von rechts nach links). Osmiums. abs. Alcohol. Glycerin. Cam. luc. Vergr. 140/1.

A äussere, I innere (der Mittel-Längsaxe des Körpers zugewendete) Seite.

lk Kern-, lm Mittel-, lr Rindenschicht des von drei radiären und vielen anderen Sprüngen durchzogenen Linsenkörpers. pg braungelb pigmentirte Mittelzone der Pallisadenschichte.

An der Aussenseite (A) beachte man, dass die integumentale Hypodermis (Hp₁) der Retinahülle (sc) sehr nahe kommt; es liegt aber doch eine dünne Bindegewebslage dazwischen.

- Fig. 1*. *Alciope Contrainii* Delle Chiaje. Stärker vergrössertes Stück desselben Schnittes nach Aufhellung in Kalilauge, um das Epithel (Hp) zwischen dem Aussenrand der Linse (li) und der cornealen Cuticula (Cu) zu zeigen. z Auffallend grosse und resistente Zellen im Umkreis der Linse, möglicherweise Muskelemente, die eine Art auch von Greeff erwähnten Ciliar-Körper bilden. (Entspricht der Region z in Fig. 1.) Zellen des Glaskörpers (gl) fast nur durch kleine Kerne angedeutet.
- Fig. 2. *Alciope Contrainii* Delle Chiaje. Partie eines Tiefschnittes der Retina und zwar vom Rande der tellerartigen Grube (Fig. 1 ak), nach Tinction mit Borax-Carmin und theilweiser Auflockerung der Pallisaden. Vergr. 500/1. Im pigmentirten Mitteltheil der Schläuche sieht man bei b und d den Kern durchschimmern. fa' Uebergang einer Opticus-Faser in den ganglienzellenartigen Basaltheil des Retinalschlauches. In der granulären Rindenschicht des Linsenkörpers (li) sieht man stellenweise nucleoiden kernähnliche Ballen.
- Fig. 3. *Alciope Contrainii* Delle Chiaje. Ein ähnliches Retina-Stück nach Entfernung des Pigments durch Kalilauge, Tinction mit Borax-Carmin und Aufhellung in Kreosot. Vergr. 340/1.
- Fig. 4. *Alciope Contrainii* Delle Chiaje. Ein ähnliches Retinastück, wobei aber mehrere Ansichten in ein Bild vereinigt sind. Man beachte die durch Kalilauge entfärbte und stark aufgehellte Mittelzone (mk₂) und darin die blassen rechts mit Alaun-Carmin tingirten Kerne.
st eine isolirte Pallisade, an der das Röhren-Stäbchen aussen im optischen Durchschnitt, innen (hinten) von der Oberfläche gezeichnet ist. st₃ ein schief liegendes Stäbchen, an dem man die hintere polygonal begrenzte Endfläche sieht. st₂ Von der Mittelzone abgerissene Stäbchen hinten mit fadenförmigen Anhängen (xf).
- Fig. 4*. *Alciope Contrainii* Delle Chiaje. Röhren-Stäbchen aus dem centralen Theil der Retina nach Behandlung mit Osmiumsäure und Alcohol ca. um ein Drittel der Länge verkürzt. w stark lichtbrechende durch das Osmium gelblich gefärbte Wand- oder Stäbchen-substanz. i protoplasmatischer Inhalt mit Axenfaden (xf). Vergr. 1200/1.
- Fig. 5. *Alciope Contrainii* Delle Chiaje. Querschnitte durch die Stäb-

chen. A durch den cylindrischen Vorder-, B durch den prismatischen Hintertheil. Vergr. 1800/1.

- Fig. 6. *Alciope Contrainii* Delle Chiaje. Flächenansicht der mediären pigmentirten Retinaschichte. Osmium, Alcohol, Creosot. Vergr. 1500/1.
- Fig. 7. *Eunice vittata* Delle Chiaje. Oberflächliche Ansicht des Auges bei auffallendem Licht. Zeiss C. Vergr. 100/1.
- Fig. 8. *Eunice vittata* Delle Chiaje. Transversaler Meridionalschnitt¹⁾ durch das Auge. Vergr. 150/1. Cam. luc.
- Fig. 9. *Eunice Harassii*. Keilförmiger Median-Schnitt durch das Auge, in seiner natürlichen Färbung, nach Aufhellung in Kreosot und Kerntinction mit Karmin. Vergr. 170/1.
- Fig. 10. *Eunice Harassii*. Transversaler Meridionalschnitt durch das Auge nach völliger Entfärbung mit Kalilauge, Kerntinction mit Borax-Carmin und Aufhellung in Kreosot. Cam. luc. Vergr. 230/1.
- Man beachte die drei Kernschichten der Retina. c centraler und verdünnter Abschnitt derselben.
- Fig. 11. *Eunice Harassii*. Peripherische Partie der Retina (Tiefenschnitt) links im natürlichen Zustand, rechts nach Entfärbung mit Kalilauge und darauf folgender Behandlung mit schwacher Salzsäure, die den gelösten Farbstoff an die Kerne bindet. Vergr. 800/1.
- Fig. 12. *Eunice Harassii*. Centrale Partie der Retina und des angrenzenden dioptrischen Körpers aus dem gleichen Präparate. Man bemerkt gegen die Mitte zu die Längenabnahme der Pallisaden und der Mittelkerne. Linsenschichten schematisch ergänzt. Vergr. 800/1.
- Fig. 13. *Eunice Harassii*. Zwei Retinalschläuche aus dem Schnitt Fig. 9 in ihrer natürlichen Färbung. Der links zeigt im optischen Durchschnitt das mit Pigment erfüllte dickwandige Röhrenstäbchen (st) sammt Axenfaden (xf), sowie, wegen der dichten Pigmentirung allerdings nur undeutlich, den oblongen Mittelkern mk. Gegen den etwas verkürzt gezeichneten Basaltheil zu werden die Pigmentkörnchen spärlicher. Vorne bei xf sieht man eine Partie der Stäbchenschichte von der Fläche, und erkennt in jedem der kleinen Felder der Mosaik einen winzigen gelben Kreisfleck (xf), den ich als optischen Querschnitt des Axenfadens deute. Vergr. 1200/1.

Tafel XXIX.

- Fig. 14. *Nephtys margaritacea*. Oberflächliche Ansicht des Auges bei auffallendem Licht. Vergr. 27/1.
- Fig. 15. *Nephtys margaritacea*. Medianer Meridionalschnitt durch das

1) Diese wie alle folgenden Schnitte stammen von Alcoholpräparaten.

Auge (in der Richtung xx der Fig. 14). Der Pfeil bezeichnet die Richtung der Hauptaxe. v Vorder-, h Hinter-Region. Cam. luc. Vergr. 1200/1.

Fig. 16. *Nephtys margaritacea*. Derselbe Augenmedianschnitt nach Entfärbung mit Kalilauge, Neutralisierung mit Salzsäure und Aufhellung in conc. Glycerin. pg gelbbraune Pigmentkörper der Hypodermis. Cam. luc. Vergr. 200/1.

Fig. 17. *Nephtys margaritacea*. Partie Retina-Tiefenschnitt sammt angrenzendem dioptrischen Gewebe nach mehrtägiger Macerirung in schwach angesäuertem und stark mit Wasser verdünntem Glycerin.

Man beachte vor Allem die wohl in Folge der Säureeinwirkung mit dem retinalen Farbstoff tingirten und sehr deutlichen Aussenkerne (ak). Die Wand der Retinaschläuche, in Folge der Schrumpfung, stellenweise wohl querstreifig. Vergr. 600/1.

Fig. 18. *Nephtys margaritacea*. Zwei durch Maceration und Zerzupfung isolirte, dann mit Kalilauge entfärbte und schliesslich mit Haematoxylin tingirte Retinaschläuche der peripherischen Region.

Während die übrigen Theile nur schwach gefärbt sind, erscheint sowohl der basale als der apicale Kern tiefblau.

Am Stäbchen links (optischer Durchschnitt) sieht man den körnigen Inhalt sammt Axenfaden (xf), an dem rechts (oberflächliche Einstellung) die Querstreifung der einzelnen Seitenwände. Vergr. 1100/1.

Fig. 19. *Hesione pantherina* Risso. Oberflächliche Ansicht des vorderen (v) und hinteren (h) Auges der linken Kopfseite mit Zeiss C. bei auffallendem Licht. Vergr. 33/1.

Fig. 20. *Hesione pantherina* Risso. Medianer Meridionalschnitt durch die genannten Augen in der Richtung xx der Fig. 19. V Vorder-, H Hinterauge. Mit Zeiss C. Vergr. 140/1. Cam. luc.

Fig. 21. *Hesione pantherina*. Derselbe Augen-Medianschnitt nachschwacher Entfärbung der Retina, aufgehellt in Canadabalsam.

b grosszellige Rinde, a feinfaseriger Centraltheil des Gehirns. Die Hauptcontouren der Augenschichten sind mit der cam. luc. gezeichnet. An beiden Augen hat sich der Glaskörper sammt der Grenzlamelle stellenweise etwas von der Retina abgehoben. Vergr. 250/1.

Fig. 22. *Hesione pantherina*. Partie eines Retina-Schnittes sammt angrenzendem Glaskörper nach Behandlung mit Kalilauge-Salzsäure. Retinale Aussenkerne (ak) ungemein deutlich. Vergr. 600/1.

T a f e l XXX.

Fig. 23. *Polynoe elegans* Grube. Etwas schiefer Aequatorialschnitt eines Auges. Zeiss C. Vergr. 120/1.

- Fig. 24. *Polynoe elegans* Grube. Tiefenschnitt durch das Integument hinter den Augen nach Aufhellung mit Kalilauge. Die Hypodermiszellen sind auffallend gross und deutlich. Ihre Wandung ist sehr derb und mit unregelmässigen z. Th. netzartigen Verdickungsleisten (zl) versehen. Der Inhalt ist ausserordentlich hell und der kleine von etwas Körnerplasma umgebene Kern (k) ganz excentrisch. Das Gewebe erinnert sehr an eine pflanzliche Epidermis. Vergr. 240/1.
- Fig. 25. *Polynoe elegans* Grube. Partie eines Tiefenschnittes durch die Retina und den anliegenden Glaskörper nach Aufhellung mit Kalilauge. Vergr. 700/1.
- Fig. 26. *Polynoe elegans* Grube. Dicker Querschnitt durch einige der schlauchartigen Glaskörperzellen. Vergr. 1000/1.
- Fig. 26*. *Polynoe elegans* Grube. Flächenschnitt durch die basale Zone der Retina nach Tinction mit Borax-Karmin. Vergr. 1000/1.
- Fig. 27. *Hermione hystrix* Blainv. A. Längsschnitt durch das Auge und seinen Träger nach starker Aufhellung mit Kalilauge, etwas schematisirt. B. Querschnitt in der Richtung xx der früheren Figur. Schwach vergr.
- Fig. 28. *Nereis Costae* Grube. Isolirter Weichkörper des relativ stumpfen Vorderauges. Der lichtbrechende Körper ist etwas aus dem Netzhautbecher herausgehoben. Vergr. 50/1.
- Fig. 29. *Nereis Costae* Grube. Dasselbe Vorderauge mehr von oben gesehen um die irisartige Pigmentlage (ir) und die Pupille (pu) zu demonstrieren. Vergr. 90/1.
- Fig. 30. *Nereis Costae* Grube. Isolirter lichtbrechender Körper des relativ spitzen Hinterauges im auffallenden Licht. Vergr. 40/1.
- Fig. 31. *Nereis Costae* Grube. Medianer Tiefenschnitt durch das Vorder- (V) und Hinterauge (H). Die Hauptconturen sind mit der Cam. luc. gezeichnet; die Detailausführung ist aber behufs grösserer Deutlichkeit etwas schematisch gehalten. Am Hinterauge sieht man die Stäbchenschichte in ihrem natürlichen pigmentirten, am Vorderauge im entfärbten Zustand. Die Hypodermis (Hp) schwillt in der Augengegend zu einem dicken Polster (stü) an, in welchem diese Organe eingesenkt sind. Vergr. 100/1.
- Fig. 32. *Nereis Costae* Grube. Medianschnitt durch das Vorderauge nach starker Aufhellung mit Kalilauge und mit möglichster Naturtreue wiedergegeben.

sp Stelle, an welcher der Glaskörper in Folge seiner durch die Härtung bedingten Zusammenziehung zerriss. Der an der Retina haftende Saum desselben ist rechts im Längendurchschnitt, links (a) mehr von der Fläche zu sehen. In der wie ein fibrilläres Bindegewebe sich ausnehmenden Hypodermis der Augengegend liegen, wie auch anderwärts lange korkzieherartig gewundene Drüsen (dr), die

sich durch weite Poren der Cuticula (Po) entleeren. Die Kerne der Hypodermis befinden sich fast unmittelbar unter der letzteren.

b Äquatoriale Region des Glaskörpers, in der die peripherischen in der Mitte stark nach aussen gekrümmten Schlauchzellen auch durch einen Medianschnitt z. Th. fast quer getroffen werden. Vergr. 300/1.

Fig. 33. *Nereis Costae* Grube. Partie eines schiefen Schnittes durch die Retina und den nächstliegenden Glaskörper nach kurzer Einwirkung von Kalilauge und Tinction mit Karmin.

Der Schnitt geht rechts in der Längsrichtung der Retinaschläuche, während letztere links (st*) z. Th. schief und quer getroffen sind. Zwischen der Grenzlamelle und den Stäbchen glaube ich einmal eine besondere Kernlage gesehen zu haben, die ich aber auf dieser Figur wegliess. Vergr. 1000/1.

Fig. 34. *Nereis Costae* Grube. Querschnitt durch ein Bündel von Glaskörperzellen. Man beachte die am Schnitt dreieckigen Interzellularräume. Vergr. 1200/1.

Fig. 35. *Nereis Costae* Grube. Ziemlich dicker Flächenschnitt durch eine Partie der Stäbchenschichte nach schwacher Entfärbung mit Kalilauge.

a Bei der Einstellung auf die Oberfläche der Stäbchen. b Bei tieferer. ak Einstellung noch höher als bei a, wo man einen das Lumen des Röhrenstäbchens nicht ganz ausfüllenden Kern wahrnimmt. Vergr. 1000/1.

Die Nervenendigungen in der Iris¹⁾.

Von

Andreas Meyer.

(Mitgetheilt von Professor Arnstein in Kasan.)

Hierzu Tafel XXXI und XXXII.

Im Nachfolgenden soll über eine Arbeit referirt werden, die durch eine Preisaufgabe der hiesigen medicinischen Facultät veranlasst wurde.

Unsere Kenntnisse über Irisnerven beschränken sich eigentlich nur auf die topographischen Verhältnisse.

Arnold²⁾ hat schon vor längerer Zeit eine ziemlich genaue Beschreibung der mannigfaltigen Plexusbildungen in der Iris geliefert, ausserdem hat er die Gegenwart nicht nur myelinhaltiger, sondern auch blasser Nervenfasern constatirt. In neuerer Zeit hat Pause³⁾ einen Schritt rückwärts gethan, indem er das Vorhanden-

1) Conf. Vorläufige Mittheilung im Centralblatt f. med. Wiss. 1878. p. 113.

Die im vorigen Jahr erschienene Arbeit von Formad (*American Journal of medical science*. Januare 1878) ist leider in Kasan nicht zu beschaffen. Aus dem Referat im Hofmann-Schwalbe'schen Jahresbericht ersehe ich aber nachträglich, dass auch Formad bis an die Nervenendigungen nicht vorgedrungen ist, doch ist ein Fortschritt insofern zu constatiren, las der Autor den Uebergang markhaltiger Nervenfasern in ein Endnetz von Nervenfibrillen gesehen hat.

Der Eintheilung der Plexusbildungen in fünf concentrische Geflechte können wir jedoch nicht beipflichten, weil sie dem natürlichen Sachverhalt nicht entspricht, conf. Text und Fig. 1.

Im Text konnte auf diese Arbeit kein Bezug genommen werden, da unser Manuscript im Juli der Redaction zugeschickt wurde, während der Jahresbericht uns erst im September zu Händen gekommen ist.

2) Virchow's Archiv Band 27.

3) Pause, C. H. Ueber die Nerven der Iris. Arch. f. Ophthalmol. XXIII 3.

sein der blassen Nervenfasern entschieden in Abrede stellt. Die Handbücher der Anatomie und Histologie liefern eigentlich nur Referate der Arnold'schen Arbeit. Iwanoff¹⁾, der den Gegenstand zwei Mal in Handbüchern bearbeitet hat, weist auf die technischen Schwierigkeiten hin, die sich der Erforschung der Nervenendigungen in der Iris entgegenstellen. Theoretische Gründe scheinen ihn jedoch veranlasst zu haben sensible Nervenendigungen an der vorderen Irisfläche und motorische am Sphincter und in den hinteren den Dilatator enthaltenden Lamellen zu statuiren.

Da Iwanoff ein Anhänger des Dilatator ist, so hat er ihn natürlich auch mit Nerven versehen müssen. Welche Methoden und welche Bilder den Autor zu dieser Ansicht geführt haben, ist aus dem Text nicht zu ersehen. Wir kommen darauf noch zurück. Vorläufig sei nur noch erwähnt, dass der grösste Theil der blassen Nervenfasern in der Iris für die Gefässe bestimmt ist und gerade diese Vasomotoren fehlen in dem aprioristisch construirten Schema von Iwanoff.

Um die Topographie der Irisnerven aufzudecken, braucht man nicht zum Chlorgold zu greifen. Man kommt sehr leicht zum Ziel, wenn man die Ueberosmiumsäure mit Essigsäure oder Salpetersäure combinirt, sei es, dass man eine Mischung beider anwendet oder die Ueberosmiumsäure nachträglich in Dampfform einwirken lässt. Man bekommt auf diese Weise sehr rasch gute Demonstrationspraeparate, an denen man allerdings nur die myelinhaltigen Nerven leicht und vollständig verfolgen kann. Die blassen Nervenfasern treten nur unvollkommen hervor und die Endnetze sind gar nicht zu sehen. Da aber weitaus der grösste Theil der Nerven bei dem Eintritt in die Iris myelinhaltig ist, so genügt die erwähnte Methode, um die Plexusbildungen zu studiren und die Zielpuncte der myelinhaltigen Fasern im Grossen und Ganzen festzustellen. Immerhin sind Chlorgoldpräparate auch in dieser Beziehung zuverlässiger, weil die Färbung der Myelinscheide eine intensivere und nachhaltigere ist, während die Osmiumfärbung an isolirt verlaufenden Nervenfasern mit dünner Myelinscheide häufig ungenügend ist und bald erblasst. Durch das Chlorgold werden

1) Strickers Handbuch u. Handb. der Augenheilkunde p. 287.

die myelinhaltigen Fasern viel leichter gefärbt, als die nackten Axencylinder und die dünnen Nervenfasern an der Peripherie, daher erklärt sich auch der oben erwähnte Irrthum von Pause. Dieser Autor hat eben unvollständige Färbung erzielt und wurde durch die überaus grosse Zahl von myelinhaltigen Fasern veranlasst, dieselben für die einzig vorhandenen zu halten.

Wir wollen uns zuerst an einem Chlorgoldpräparat in toto orientiren. Figur 1 stellt den vierten Theil einer albinotischen Kanincheniris bei 20-facher Vergrösserung dar. In dem Präparat erschienen Grundgewebe und Gefässe rosenroth, während die myelinhaltigen Nervenstämmchen als schwarzrothe Stränge sehr scharf hervortreten. In der Zeichnung sind die Bündel nackter Primitivfibrillen fortgelassen, da sie bei einer 20fachen Vergrösserung nur undeutlich hervortreten und mit Blutgefässen verwechselt werden konnten; die Choroidea ist dunkel gehalten, ebenso der Sphincter pupillae. Ungefähr in der Mitte zwischen Sphincter und Choroidea verläuft eine roth gefärbte Arterie (Circ. arter. major). Alles Uebrige stellt myelinhaltige Nerven vor. Die Ciliarfortsätze sind mittels flacher Scheerenschnitte abgetragen, daher reichen einige Nervenstämmchen nicht bis an den Ciliarrand. An dem Ciliarrand sieht man eine Anzahl gröberer, sehr dunkel gefärbter Nervenstämmchen in die Iris eintreten. Zwischen den stärkeren Stämmchen verlaufen zahlreiche dünne und einzelne Nervenfasern. Die Nerven ändern zum Theil schon in der Nähe des Ciliarrandes die radiäre Richtung und verlaufen dann dem Ciliarrande mehr oder weniger parallel, indem sie mit den benachbarten Stämmchen einen Theil ihrer Fasern austauschen. Andere behalten anfangs die radiäre Richtung, um erst später, d. h. in den mittleren Regionen der Iris oder in der Nähe des Sphincter an den Plexusbildungen zu participiren. Sieht man genauer hin, so findet man zahlreiche zurücklaufende Stämmchen und bogenförmig verlaufende Nervenfasern, die schliesslich bis an eine Kreuzungsstelle zu verfolgen sind, wo sie in die Bahnen eines anderen Stämmchens einbiegen, oder sie verlieren ihre Myelinscheide und entziehen sich der Beobachtung. Manchmal kommt es zur Bildung von Schleifen, deren auf- und absteigende Schenkel parallel laufen. Solche scheinbare Endschlingen kommen am häufigsten in der Nähe des Pupillarrandes vor. Auf unserer Zeichnung treten sie nicht hervor, weil die Vergrösserung zu schwach ist und

die beiden Schenkel der Schlingen häufig nicht in einem Niveau liegen. Was die Plexusbildungen speciell anlangt, so sind sie massiver in dem äusseren Drittheil der Iris, weil hier die dicksten Nervenstämme verlaufen. Weiter nach innen gegen den Pupillarrand, theilen sich die myelinhaltigen Stämmchen, werden dünner und die Plexusbildungen schwächer, letztere fehlen aber nirgends und liegen z. Th. dem Sphincter auf, treten aber hier nur bei starker Vergrösserung mit genügender Schärfe hervor und sind daher in der Zeichnung 1 fortgelassen. An den Kreuzungspunkten ist die Verflechtung der Nervenfasern eine sehr innige, ein grosser Theil der Nervenfasern ändert hier die Verlaufsrichtung, es kommt zu partiellen Kreuzungen und schon Arnold hat auf die Aehnlichkeit mit dem Chiasma nerv. optic. hingewiesen. Diese verschiedenen Nervengeflechte gehen unmittelbar in einander über und liegen so ziemlich in einer Ebene oder sind wenigstens räumlich so wenig geschieden, dass eine Eintheilung in primäre, secundäre und tertiäre Plexus falsche Vorstellungen erwecken müsste und daher zu verwerfen ist.

Wo die Verhältnisse für die Beobachtung günstig liegen, sieht man vielfache Theilungen der Nervenfasern, die Zweige schlagen dann häufig eine verschiedene Richtung ein. Verlaufen aber die Zweige, wie es manchmal geschieht, in einer Richtung mit den Stammfasern, so werden die Theilungen leicht übersehen, namentlich wenn die Fasern nahe an einander liegen. Die Theilungen sind viel zahlreicher, als es auf den ersten Blick scheint und kommen nicht nur an den Knotenpunkten, sondern auch an anderen Stellen vor.

Abgesehen von den beschriebenen Nervenfasern sieht man noch radiär verlaufende myelinhaltige Fasern, die in der Region des Circulus arteriosus major auftauchen und bis an den Sphincter reichen. Sie unterscheiden sich von den übrigen Fasern durch den korkzieherförmigen Verlauf (Fig. 1 nn). Auf den ersten Blick kann man sie für Gefässe halten, controllirt man aber mit starken Vergrösserungen, so überzeugt man sich, dass es myelinhaltige Nervenfasern sind, die z. Th. gemeinschaftlich mit dünnen Gefässen in den radiären Irisfalten verlaufen. Ihre Windungen sind möglicher Weise von der wechselnden Breite des Irisringes abhängig, bei verengter Pupille gleichen sie sich wahrscheinlich aus und sind somit als Vorkehrung gegen Zerrungen der Nerven-

fasern bei stark verengter Pupille anzusehen. Zu Gunsten dieser Erklärung spricht auch der Umstand, dass die in Rede stehenden Fasern nur an der inneren Hälfte des Irisringes zu betrachten sind, d. h. in dem Theil, der vorzugsweise in das Spiel der Pupille hineingezogen wird. Die übrigen Nervenfasern sind durch ihren bogenförmigen Verlauf vor Zerrung bei wechselnder Pupille geschützt.

Verschafft man sich eine vollkommene Uebersicht der Irisnerven bei schwacher Vergrößerung, so bemerkt man sofort, dass die Zahl der myelinhaltigen Nerven von dem Ciliarrand gegen den Pupillarrand stetig abnimmt. Berücksichtigt man nun die vielfachen Theilungen der Nervenfasern und die Einengung des Verbreitungsbezirkes in der Richtung der Pupille, wodurch eine relative und absolute Zunahme der Nervenfasern im Pupillartheil stattfinden müsste, so wird man zur Vermuthung geführt, dass ein grosser Theil der myelinhaltigen Fasern auf dieser Strecke die Myelinscheide verliert und sich demnach der Wahrnehmung entzieht. Eine Vermuthung, die dadurch an Wahrscheinlichkeit gewinnt, dass es unmöglich ist einen Endapparat an den myelinhaltigen Fasern zu constatiren.

Durchforscht man nun ein Chlorgoldpräparat in toto mit stärkeren Systemen, so kommt man in Bezug auf den Verbleib der myelinhaltigen Fasern vollkommen ins Reine. Man überzeugt sich nämlich, dass alle myelinhaltigen Fasern ohne Ausnahme nach kürzerem oder längerem Verlauf die Myelinscheide verlieren, um als Fibrillenbündel ihren Weg zu verfolgen ¹⁾. Dieser Weg ist aber häufig noch ein weiter und verschlungener. In der inneren Hälfte des Irisringes participiren an den Plexusbildungen hauptsächlich diese Nervenfibrillen, während myelinhaltige Fasern an den Kreuzungspunkten nur verein-

1) Dieser Umstand macht es auch unmöglich, in dem weiteren Verlauf die sympathischen Fasern von den cerebralen zu unterscheiden und ihre Ziel-punkte auseinanderzuhalten. Zu dem kommt noch, dass beide Faserarten in dem Ciliartheil der Iris in gemeinschaftlichen Scheiden verlaufen, so dass die blassen Fasern von den myelinhaltigen verdeckt werden, und es bedarf besonderer Methoden, um die blassen Nervenfasern im Ciliartheil aufzudecken. Man kommt noch am raschesten zum Ziel, wenn man ein mit Essigsäure und Osmium behandeltes Nervenstämmchen vorsichtig zerzupft.

zelt oder paarweise angetroffen werden, und da bei 20facher Vergrößerung nur diese letzteren hervortreten, so ist es klar, warum auf Fig. 1 die Plexusbildungen gegen den Pupillarrand immer schwächer werden. Dass dem wirklich so ist, beweist Fig. 2, die demselben Präparat entnommen, aber bei starker Vergrößerung gezeichnet ist. Verfolgt man ein bestimmtes Fibrillenbündel, so überzeugt man sich, dass es schliesslich in dünnere Bündel zerfällt, nachdem es an den Plexusbildungen participirt und einen Theil der Fibrillen an den Kreuzungspunkten ausgetauscht hat. Was aus diesen dünnen, häufig nur aus 2—4 Fibrillen bestehenden Bündeln wird, darüber geben nur gelungene Dissectionspräparate Aufschluss.

Will man nun den ihrer Myelinscheide entkleideten Nerven bis an ihre Endigungen nachgehen, so muss vor Allem die Chlorgoldfärbung der Nerven eine vollständige sein, während das Grundgewebe nur wenig gefärbt sein darf. Es wurden zu diesem Zwecke so ziemlich alle Modificationen der Chlorgoldmethode erprobt. Die besten Präparate hat uns die Henoeque'sche Methode geliefert (Reduction in Weinsteinsäure bei 55° C). Für die Nerven des Sphincter pupillae hat uns die von Löwit vorgeschlagene Modification der Pritchard'schen Methode (Reduction in Ameisensäure) die besten Dienste geleistet. Hat man nun so oder anders eine genügende Färbung erzielt, so kommt es darauf an, feine und ausgiebige Flächenschnitte zu erhalten, oder mittels der Pinzette grössere Gewebsetzen abzuspalten, denn für die Erforschung der Nervenendigungen ist nicht nur die Kanincheniris, an der wir unsere Erfahrung gemacht haben, sondern auch die albinotische Mäuseiris in toto viel zu undurchsichtig. Man bekommt aber nur die myelinhaltigen Fasern und die dickeren Fibrillenbündel zu Gesicht, das Uebrige entzieht sich gewöhnlich in dem roth gefärbten Gesichtsfelde der Beobachtung. Andererseits bieten die gleich zu beschreibenden Endnetze, wenn sie genügend gefärbt sind und scharf hervortreten, ein viel zu verworrenes Bild, um in toto betrachtet auf die entsprechenden Objecte (glatte Muskeln, Gefässe etc.) bezogen werden zu können; d. h. man kann die sensiblen von den motorischen und von den Gefässnerven nicht unterscheiden.

Sucht man die motorischen Nerven auf, so überzeugt man sich zunächst, dass die meisten Nerven in der Region des Sphinc-

ter aus nackten Fibrillenbündeln bestehen, dass aber ein Theil der myelinhaltigen Fasern bis an den Sphincter und fast bis an den Pupillarrand reicht, hier biegen einige dieser Fasern schlingenförmig um, andere theilen sich und verlieren ihre Myelinscheide. Diese marklosen Fasern participiren mit den übrigen Fibrillenbündeln an einem Plexus blasser Nervenfasern, der dem Sphincter zum Theil aufliegt, zum Theil denselben durchsetzt. Für den grössten Theil der den Plexus constituirenden Fibrillen ist jedoch der Ursprung aus myelinhaltigen Fasern nicht nachzuweisen. Will man sich über die Beziehungen des erwähnten Plexus zu den Muskelzellen instruiren, so müssen mit der Pincette dünne Lamellen des Sphincter abgespalten werden. Falls die Reduction eine vollständige ist, so bekommt man Bruchstücke des Nervenplexus und rosenroth gefärbte Muskelzellen zu Gesicht. Zwischen den letzteren sieht man schwarze Fäden, die man aber zunächst ebenso gut für gefärbte Kittsubstanz, wie für Nervenfasern halten kann. Am Rande des Präparats (Fig. 3) oder an Rissstellen sieht man häufig isolirte Fäden, die mit den intermusculären continuirlich zusammenhängen, ausserdem sieht man, wenn auch in seltenen Fällen, feine Fäden quer über die Muskelspindeln hinweglaufen. Schliesslich überzeugt man sich, dass aus dem fibrillären Nervenplexus feine Fäden austreten, die in die intermusculären schwarzen Linien continuirlich übergehen. Man bekommt also den Eindruck eines Endnetzes mit sehr lang gezogenen Maschen. Dieser Complex von Erscheinungen genügt, um den Contact der Nervenfasern mit den Muskelfasern nachzuweisen, er genügt aber nicht, um die Existenz eines motorischen Nervenendnetzes striete darzuthun. Da man nicht bestimmen kann, wo die gefärbte Kittsubstanz anfängt und der gefärbte Nervenfaden aufhört, so ist die Möglichkeit einer freien Nervenendigung nicht ausgeschlossen. L ö w i t ¹⁾ und Gscheideln ²⁾, die an günstigeren Objecten arbeiteten, sind über diese Frage auch nicht hinausgekommen. Von einem Zusammenhang der Nervenfasern mit dem Kern der Muskelfasern war nie etwas zu sehen. Die erwähnten über die Muskelemente hinwegziehenden Fäden können jedoch, wenn die Färbung eine ungenügende ist, einen solchen Zusammenhang simuliren.

1) Wiener Acad. Sitzber. LXXI Abth. 3. 1875.

2) Dieses Archiv Bd. XV. p. 321.

In dem hinteren Abschnitt der Iris, in dem Bereich der Membrana Bruchii, verlaufen verhältnissmässig wenig Nerven, doch findet man nicht nur myelinhaltige Fasern, sondern auch breitmaschige, kernhaltige Netze, auf die wir gleich zurückkommen werden. Wir haben aber hier niemals die für die glatte Muskulatur charakteristische Anordnung der Nervenfäden gesehen, obgleich wir darnach gesucht haben, und müssen daher einen motorischen Endapparat in der Membrana Bruchii entschieden in Abrede stellen¹⁾. Wäre ein solcher vorhanden, so müsste er bei der flächenhaften Ausbreitung der genannten Membran viel leichter zu demonstrieren sein, als im verhältnissmässig dicken Sphincter pupillae.

Den sensiblen Nervenendapparat suchten wir hauptsächlich an der vorderen Irisfläche und entdeckten hier ein Endnetz, das sich sehr wesentlich von anderen gleich zu erwähnenden Netzbildungen der Irisnerven unterscheidet. Ganz oberflächlich, gleich unter dem Endothel, sieht man unter günstigen Bedingungen, d. h. wenn das Präparat dünn und das Bindegewebe nicht zu intensiv gefärbt ist, äusserst dünne stark gefärbte Fäden, die sich zu einem engmaschigen Netze vereinigen (Fig. 4). Diese Fäden sind unmessbar fein und nicht kernhaltig. Die Maschen sind gewöhnlich etwas eckig, die Fäden mehr oder weniger körnig, wie die Nervenfasern des Corneaepithels.

Gleich unterhalb dieses oberflächlichen Netzes sieht man Capillargefässe mit den zugehörigen Nerven und ein weitmaschiges, kernhaltiges Nervennetz. Dieses letztere steht mit dem erstgenannten (sensiblen) Netze in Verbindung und ist an dieser Stelle wohl als intermediäres anzusehen. Es hat mit den Capillaren nichts zu schaffen und hält sich nicht an den Verlauf der letzteren, während die Gefässnerven sich gerade dadurch als solche documentiren, dass ihre Maschenbildung mit dem Capillarnetz zusammenfällt, worüber wir gleich des Näheren berichten werden. Vor dem sei nur noch erwähnt, dass das kernhaltige weitmaschige Netz in allen Schichten der Iris vorkommt, somit auch an der

1) Die Membrana Bruchii enthält überhaupt keine muskulösen Elemente. Die von Henle, Merkel und Iwanoff beschriebene Lage von Spindelzellen ist nicht muskulös — ein Ausspruch, den wir demnächst genauer begründen werden.

Membrana Bruchii. Man sieht es auch an Schnittpräparaten, wie Fig. 5 zeigt. An den Kreuzpunkten liegen dreieckige Kerne, während in der Continuität der Fasern oblonge Kerne eingeschaltet sind. Aehnliche Netze kommen an allen bindegewebigen Häuten vor, an der äusseren Haut, an den serösen Häuten, in der Wand der *Cysterna chyli* des *Froches* u. s. w.

Was die Vasomotoren anlangt, so sind zu unterscheiden 1) die Nerven der Capillaren, 2) die Nerven der Arterien. Sowohl die einen wie die anderen treten nur an tadellosen Chlorgoldpräparaten mit genügender Schärfe hervor. In solchen Fällen überzeugt man sich, dass die Gefässnerven überaus zahlreich in allen Schichten der Iris sind.

Fasst man zunächst die rosenrothen Capillaren ins Auge, und wählt man dazu dünne und genügend durchscheinende Präparate, so sieht man sehr dünne schwarzviolette Fäden neben oder auf den Capillaren verlaufen. Man unterscheidet dickere und dünnere Fäden, die ersteren sind häufig kernhaltig. Diese Fäden halten sich in ihrem Verlauf genau an die Capillaren; da wo letztere längliche schmale Maschen bilden, theilen sich die sie begleitenden Nervenfasern unter spitzem Winkel und anastomosiren mit den benachbarten Fäden, wodurch ein Nervennetz zu Stande kommt, das mit dem Capillarnetz conform ist. An den Stellen, wo das Capillarnetz weitmaschiger ist, wie z. B. in den oberflächlichen Schichten der Iris, rücken auch die Nervenfasern auseinander. Fig. 6 ist einem Präparat aus den tieferen Irisschichten entnommen; um das Bild nicht zu verwirren, sind die tiefer liegenden durchscheinenden Capillaren nicht gezeichnet, während die Nerven vollständig wiedergegeben sind.

Was endlich die Nerven der Arterien anlangt, so ist es unschwer ein Nervengeflecht zu constatiren, in welchem das Gefäss wie in einer Hülse liegt, schwieriger ist es schon sich von der Gegenwart eines adventitiellen und musculären Geflechtes zu überzeugen, weil die Arterien von dicken bindegewebigen Scheiden umgeben sind und das Irisgewebe über und unter dem Gefässe, das Erkennen des zweischichtigen Nervengeflechtes erschwert. Säuert man aber das Wasser, in dem die Reduction des Chlorgolds vor sich geht, stärker an und wartet die vollständige, allmähig eintretende Färbung ab, so überzeugt man sich auch hier von der Existenz eines weitmaschigen, in der Ad-

ventitia gelegenen Geflechtes blasser Nervenfasern und eines zweiten mit dem ersten zusammenhängenden der Muscularis aufliegenden Geflechtes, dessen Maschen enger und dessen Nervenbündel dünner sind; ein Verhalten, das vor längerer Zeit Goniaew ¹⁾ für die Gefässnerven des Nahrungsschlauches festgestellt hat. Es fragt sich nun, ob das der Muscularis aufliegende Geflecht in sich abgeschlossen ist oder nur ein intermediäres Gebilde vorstellt, von dem aus der eigentliche Endapparat in die Muscularis eindringt. Speciell für die Arterien der Iris können wir diese Frage nicht beantworten, wohl aber für die Arterien der Choroidea, wo die Verhältnisse günstiger liegen. Hier kann man an guten Chlorgoldpräparaten sehen, wie vom inneren musculären Geflechte feinste varicöse Fäden abgehen, die das Gefäss circular umfassen, indem sie zwischen den circular angeordneten Muskelspindeln verlaufen, Fig. 7. Wir finden hier somit dasselbe Verhältniss zwischen Nervenfäden und Muskelzellen, wie wir es überhaupt an der glatten Muskulatur sehen und so eben für den Sphincter pupillae beschrieben haben.

Zum Schluss sei noch erwähnt, dass wir an der albinotischen Kanincheniris vergebens nach Ganglienzellen gesucht haben, und da wir sehr vollständige Bilder der Nerven innerhalb dieses Organs vor uns hatten, so ist es sehr unwahrscheinlich, dass die gesuchten Objecte unserer Beobachtung entgangen sind. Dieser negative Befund erklärt sich vielleicht aus der Gegenwart von Ganglien, die in die Stämme der Nervi ciliares vor ihrem Eintritt in die Iris eingeschaltet sind.

Ein zusammenhängender gangliöser Plexus konnte auch an der Iris des Menschen nicht nachgewiesen werden. Andererseits dürfen wir nicht unerwähnt lassen, dass in der menschlichen Iris an Zupfpräparaten Zellen demonstrirt werden konnten, die in Bezug auf Grösse, körniges Protoplasma, bläschenförmigen Kern und zahlreiche Fortsätze, den Nervenzellen vollkommen entsprechen ²⁾. Nur der mangelnde Nachweis des Zusammenhanges mit zweifellosen Nerven und der negative Befund an der Kanincheniris lassen einigen Zweifel an der nervösen Natur der in Fig. 8 abgebildeten Elemente aufkommen.

1) Dieses Archiv Bd. 11. p. 488 u. ff.

2) Auch Faber (Der Bau der Iris des Menschen und der Wirbelthiere. 1876 p. 34) will Ganglienzellen im Verlauf der Nerven in der menschlichen Iris gesehen haben.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXXI und XXXII.

- Die Zeichnungen 1—7 beziehen sich auf das albinotische Kaninchen. — Fig. 8 ist der menschlichen Iris entnommen.
- Fig. 1 stellt den vierten Theil einer Kanincheniris bei 10facher Vergrößerung dar. Die Vorderfläche der Iris ist dem Beobachter zugewendet. Chlorgoldfärbung nach Cohnheim. Trockener Einschluss. *ch* Chorioidea. *s*, sphincter pupillae. *art. circulus arteriosus major*. *nn* korkzieherförmig verlaufende Nerven. Alle in der Zeichnung wiedergegebenen Nerven sind myelinhaltig, alles Uebrige ist fortgelassen. Conf. Text.
- Fig. 2. Plexusbildungen aus demselben Präparate wie Fig. 1. Starke Vergrößerung. (Hartn. S. 7. Oc. 3.) *m* myelinhaltige Fasern. *f* Fibrillenbündel. *g* gemischte Nervenstämmchen. *a* Ausfaserung eines Fibrillenbündels.
- Fig. 3. Nerven des Sphincter pupillae. *a* Plexus blasser Nervenfasern, der bei *b* mit den intermusculösen Fäden in Verbindung steht. Starke Vergrößerung. Chlorgoldfärbung nach Löwit.
- Fig. 4. Sensibles Nervenendnetz an der Vorderfläche der Iris. Die äusserst feinen körnigen Fäden bilden kleine eckige Maschen, etwas tiefer liegen die dickeren, kernhaltigen Fäden des intermediären Netzes, noch tiefer die durchscheinenden Capillaren, *a* Camera lucida. Hartn. S. 8. Oc. 3. Chlorgoldfärbung nach Henocque.
- Fig. 5. Verticalsechnitt aus einem Ciliarfortsatz. Man sieht kernhaltige breitmächtige Netze und feinere Fäden, die grösstentheils den (in der Zeichnung fortgelassenen) Capillaren folgen. Hartn. S. 7. Oc. 3.
- Fig. 6. Nerven der Capillaren aus einer Partie unweit des Sphincter. Ein Theil der Capillaren ist in der Zeichnung fortgelassen, um das Bild nicht zu verwirren. Camera lucida. Hartn. S. 5. Oc. 3. Bearbeitung nach Henocque.
- Fig. 7. Arterie aus der Chorioidea des Kaninchens. Aus dem umspinnenden Plexus sieht man feinste Fäden abgehen, die zwischen den Muskelspindeln circulär verlaufen.
- Fig. 8. Zwei Zellen (*a* und *b*) aus der Iris des Menschen. *a* ist mit der Camera lucida aufgenommen. Hartn. S. 8. Oc. 3. Zupfpräparat aus Müller'scher Flüssigkeit.

(Aus dem histologischen Laboratorium des Prof. C. Arnstein in Kasan.)

Ueber ein die Lymphgefässe umspinnendes Netz von Blutcapillaren.

Von

Alexander Dogiel.

Hierzu Tafel XXXIII.

Bei Gelegenheit einer Untersuchung über die Beziehungen zwischen Blut- und Lymphgefässen stiess ich auf folgendes interessante Factum. Im äusseren Ohre der Ratte, dessen Blutgefässe mit gefärbtem Leim injicirt und dessen Lymphgefässe durch Silber kenntlich gemacht waren, konnte man schon bei schwacher Vergrösserung um die grösseren abführenden Lymphgefässe ein Netz von injicirten Blutcapillaren unterscheiden. Dieses Netz war so engmaschig und folgte so genau dem Verlauf der Lymphgefässe, dass letztere auch an den Stellen verfolgt werden konnten, wo das Silber zufällig versagt hatte (Fig. 4).

Da ich in den Handbüchern und in der mir zugänglichen Literatur keine Andeutungen der in Rede stehenden Verhältnisse fand, so entschloss ich mich auf den Rath von Prof. Arnstein, die Sache näher zu untersuchen. Als Objecte dienten mir das äussere Ohr und die hinteren Extremitäten der Ratte, so wie das Mesenterium des Hundes, der Katze und der Ratte.

a) Das äussere Ohr der Ratte besteht, wie bekannt, aus zwei Hautlamellen, zwischen welchen eine dünne Knorpelscheibe eingeschaltet ist. In dem lockeren Bindegewebe, welches die Knorpelscheibe mit der Haut verbindet, liegen die grösseren Nervenstämme, die Blut- und Lymphgefässe. — Schneidet man das Ohr an der Basis ab, so können die beiden Hautlamellen mittelst einer Pincette von dem Knorpel getrennt und in toto mikroskopisch untersucht werden. Um die Blut- und Lymphgefässe auf grösseren

Strecken sichtbar zu machen, verfuhr ich folgendermassen. Einer durch Chloroform getödteten Ratte wurde der Brustkorb geöffnet, in die vorsichtig abpräparirte Aorta thoracica eine Canüle eingebunden und die Vena cava ascendens nebst Oesophagus en bloc unterbunden. Darauf wurden die Gefässe mit blauem Leim injicirt. Die Injection wurde unterbrochen, sobald die Ohren eine gesättigte blaue Farbe angenommen hatten. Nachdem das Thier 30—40 Minuten in einem Gefässe mit Schnee gelegen hatte, wurde mittelst einer Lür'sehen Spritze von dem freien Rande des Ohres aus eine $\frac{1}{4}$ % Silberlösung zwischen die Hautlamellen eingespritzt. Die ziemlich gleichmässig gequollenen Ohren wurden darauf an ihrer Basis abgeschnitten und in verdünnten etwas angesäuerten Alkohol gelegt. Nach 24 Stunden wurden die Hautlamellen vorsichtig ¹⁾ von dem Zwischenknorpel getrennt, in absoluten Alkohol gelegt und dem directen Sonnenlichte ausgesetzt. Nach weiteren 24 St. war gewöhnlich die Reduction des Silbers eine genügende und konnte das entwässerte Präparat in Nelkenöl aufgehellt und in Damarlack eingeschlossen werden.

An solchen Präparaten sieht man zunächst in dem basalen Theile des Ohres zwei grössere Lymphgefässe, welche nach aussen von den Blutgefässen und Nerven liegen. Diese Lymphgefässstämmchen nehmen also die Nerven, so wie die Arterien und Venen zwischen sich. Im weiteren Verlauf geben sie Aeste ab, die sich wiederum theilen und unter einander anastomosiren, so dass ein sehr weitmaschiges Lymphgefässnetz zu Stande kommt (Fig. 1). Diese Lymphgefässe besitzen sowohl Klappen als Muskeln; an den Stellen, wo Klappen sitzen, sind die Gefässe bauchig aufgetrieben. An den äusseren Stämmchen ist die Muskulatur eine vollständige, näher an die Peripherie, d. h. an den kleineren Gefässen, wird sie lückenhaft und die Muskelfasern lagern sich nicht ausschliesslich circulär, sondern z. Th. schief zur Gefässaxe. An guten Silberpräparaten treten diese Details sehr scharf hervor. Gewöhnlich sind jedoch nur die Endothelien scharf

1) Bei der Trennung der Hautlamellen muss man sehr vorsichtig zu Werke gehen. Die den Knorpel durchsetzenden Gefässe und Nerven müssen mit der Scheere getrennt werden, um die im lockeren Bindegewebe verlaufenden Lymphgefässe in situ zu erhalten, sonst bekommt man nur verworrene und nichtssagende Bilder zu Gesicht.

gezeichnet und manchmal sind die Lymphgefäße nur durch eine diffuse braune Färbung kenntlich. Aber auch im letzteren Fall schützt die charakteristische Anordnung der Lymphgefäße, so wie die vollständige Injection der Blutgefäße vor Verwechslung. Sind die Blutgefäße vollständig injicirt, was für den Erfolg der Untersuchung unumgänglich ist, so sieht man ein Capillarnetz, das sich der Lymphgefäßwand eng anschliesst, dem Verlauf der Lymphgefäße genau folgt und durch eigenthümliche Maschenbildung von dem übrigen Capillarsystem sich sehr wesentlich unterscheidet. Es ist sowohl an den basalen, als an den kleineren dem freien Rande des Ohres näher liegenden Lymphgefäßen vorhanden, scheint aber an den grösseren Stämmen engmaschiger zu sein.

Das in Rede stehende Capillarnetz entsteht dadurch, dass von den benachbarten Arterien und Venen dünne Zweige von dem Charakter der Uebergangsgefäße abgehen und sich an die Wand des nächsten Lymphgefäßes legen. Sie laufen dem letzteren entlang und geben auf diesem Wege eine Masse kleinster Capillaren ab, die das Lymphgefäß circulär umfassen und untereinander anastomosiren (Fig. 2 und 3). Häufig findet man die erwähnten Uebergangsgefäße zu beiden Seiten des Lymphgefäßes. Die Anastomosen zwischen den ersteren vermitteln die quer- resp. circulär verlaufenden Capillaren (Fig. 8). Bei vollständiger Injection und starker Vergrößerung kann man mit wechselnder Einstellung die circulär verlaufenden Capillaren von der oberen bis zur unteren Wand verfolgen (Fig. 2). Fixirt man nun einzelne Lymphgefäße, die durch die Präparation von ihrer Unterlage verschoben sind oder trennt ein solches vorsichtig mit der Scheere und legt es unter das Mikroskop, so überzeugt man sich, dass das umspinnende Capillarnetz dem Lymphgefäße folgt. Beide Gebilde sind somit als ein anatomisches Ganzes zu betrachten.

Es muss jedoch bemerkt werden, dass die nahen Beziehungen des umspinnenden Capillarnetzes zu den Lymphgefäßen nur dann deutlich hervortreten, wenn letztere nicht zusammengefallen oder gar gefaltet sind. Im letzteren Fall ist das Capillarnetz mehr oder weniger verschoben oder zerrissen, steht aber jedenfalls von der Wand des Lymphgefäßes mehr oder weniger ab und die Zugehörigkeit beider ist nicht mehr zu demonstrieren. Wir haben daher versucht mit Oedempräparaten zu arbeiten, ohne dass jedoch daraus ein nennenswerther Vorthheil entsprungen wäre.

b) *Mesenterium*. Nachdem wir uns von der Gegenwart eines umspinnenden Capillarnetzes an den Lymphgefässen des äusseren Ohres überzeugt hatten, kam es darauf an zu untersuchen, ob dieses Strukturverhältniss auch den Lymphgefässen anderer Localitäten zukommt. Das war um so nothwendiger, als am äusseren Ohre besondere Einrichtungen des Blutgefässsystems existiren. Wir meinen den von Hoyer constatirten directen Uebergang kleiner Arterien in Venen. Im Folgenden werden wir jedoch sehen, dass das umspinnende Capillarnetz auch anderen Organen zukommt, wenngleich der Nachweis schwieriger ist.

Wir wählten zunächst das *Mesenterium* in der Voraussetzung, dass in dem dünnen, flächenhaft ausgebreiteten Organ die Lymphgefässe, die z. Th. schon mit blossem Auge sichtbar sind, auch unter dem Mikroskop auf weiten Strecken ohne Präparation zu verfolgen sein würden. Ausserdem konnte voraussichtlich eine vollständige Injection der Blutgefässe leicht erzielt werden durch Isolation gewisser Abschnitte des Darms mit zugehörigem *Mesenterium*. Letztgenannter Zweck konnte durch Anlegen von Ligaturen oberhalb und unterhalb der zu injicirenden Partie leicht erreicht werden. Die Thiere (Hund, Katze) wurden durch Verblutung getödtet, die Bauchhöhle eröffnet und die Injectionscautüle in der Art. mesent. super. befestigt ¹⁾. Nun wurde eine Darmschlinge mit zugehörigem *Mesenterium* ausgebreitet, doppelt unterbunden, das Endothelium von dem *Mesenterium* mit dem Pinsel entfernt und die Blutgefässe mit blauem Leim injicirt. Nach dem Erkalten der Injectionsmasse wurde das *Mesenterium* mit zugehörigem Darmstück auf 4—5 Minuten in eine $\frac{1}{4}$ % Silberlösung gelegt, dann in destillirtem Wasser abgospült, in einem flachen Gefässe ausgespannt und in verdünntem Alkohol der Sonne ausgesetzt. Die Präparate wurden schliesslich trocken eingeschlossen.

Die grösseren Lymphgefässe des *Mesenteriums* verlaufen paarweise gemeinschaftlich mit den Blutgefässen und Nerven und zwar wie im äusseren Ohre, das eine Lymphgefäss zu äusserst von der Arterie, das andere zu äusserst von der Vene. Kleine Lymphgefässstämmchen vermitteln die Anastomosen zwischen den grösseren und liegen gewöhnlich zwischen einer kleinen Arterie und einer

1) Wurden Ratten zu dem Versuche benutzt, so injicirte ich von der Aorta abdominalis aus.

Vene. Diese kleineren anastomotischen Lymphgefässe eignen sich besonders zum Nachweis des umspinnenden Capillarnetzes, weil das umgebende Gewebe weniger und manchmal gar kein Fett enthält (Fig. 5). An gelungenen Silberpräparaten kann man auch hier an den Lymphgefässen sowohl Klappen, als Muskulatur nachweisen und zwar liegen in den grösseren Gefässen die circulären Muskelfasern sehr nahe an einander, während die kleineren Stämmchen eine discontinuirliche Muskelschicht besitzen.

Hat man eine vollständige Injection der Blutgefässe erzielt, so überzeugt man sich, dass sowohl die grösseren, als die kleineren Lymphgefässe von einem enganliegenden Capillarnetz umgeben sind. Schwieriger ist es schon die Uebergangsgefässe, aus denen letzteres entspringt, nachzuweisen. Zu beiden Seiten des Lymphgefässes liegt gewöhnlich Fettgewebe, dessen Capillaren kleine rundliche Maschen bilden und sich von dem die Lymphgefässe umspinnenden Capillarnetz sehr wohl unterscheiden, während die herantretenden Uebergangsgefässe häufig verdeckt werden. In den Fällen endlich, wo das Lymphgefäss von dem Fettgewebe vollständig umgeben ist, kann man durch die dicke Fettlage auch das umspinnende Capillarnetz als distinctes Gebilde nicht wahrnehmen. An fettarmen Stellen schwindet ein grosser Theil dieser Schwierigkeiten und man sieht dann die dünnen Uebergangsgefässe von den nächsten Arterien und Venen sich abzweigen und zu den Lymphgefässen hinziehen. Auf diesem Wege geben sie Capillaren ab, die quer über das Lymphgefäss laufen, um hier zu anastomosiren (Fig. 5). An den Stellen, wo an den Lymphgefässen Klappen liegen, schien das Capillarnetz dichter zu sein, eine Erscheinung, die mir am äusseren Ohre nicht aufgefallen ist. An den Uebergangsstellen der Lymphgefässe in Lymphcapillaren schwand wie am äusseren Ohre das Netz der Blutcapillaren ¹⁾.

c) Die hinteren Extremitäten der Ratte. Die grösseren Lymphgefässe des Unterhautzellgewebes der Ratte verlaufen

1) Es muss hervorgehoben werden, dass an guten Silberpräparaten die Musculatur der Lymph- und Blutgefässe häufig nicht zu demonstriren ist, während die Endothelien scharf hervortreten. Das kommt sowohl an grösseren Lymphgefässen, wie an kleineren mit unvollständiger Musculatur vor. (Conf. Flemming, Dieses Archiv Bd. XII und Ranvier Traité technique p. 648.) Bei der von uns geübten Methode bekommt man also häufig Lymphgefässe zu Gesicht mit umspinnendem Capillarnetz und scheinbar ohne Muskulatur.

gewöhnlich zwischen zwei kleinen Blutgefässen, von denen aus sich Capillaren in der Richtung zum Lymphgefäss abzweigen und durch Anastomosen ein mehr oder weniger dichtes Capillarnetz herstellen (Fig. 6). Doch scheint es, als ob hier das umspinnende Capillarnetz der Lymphgefässwand nicht so unmittelbar anliege, wie es im äusseren Ohre der Fall ist. Andererseits ist der Füllungsgrad der Lymphgefässe für die gegenseitige Lagerung beider Gebilde von Bedeutung und ist es wohl möglich, dass intra vitam bei praller Füllung der Lymphgefässe und des Capillarnetzes eine unmittelbare Berührung beider zu Stande kommt.

Die Blutgefässe der hinteren Extremitäten wurden von der Aorta abdominalis aus injicirt und die Lymphgefässe durch subcutane Silberinjection kenntlich gemacht.

Wir haben auch an anderen Lokalitäten nach dem umspinnenden Capillarnetz gesucht, die Präparate waren aber nicht demonstrativ genug, um positive Angaben zu gestatten. An den grösseren abführenden Lymphgefässen der Leber und des Hodens stellten sich der Versilberung Hindernisse in den Weg, während an den serösen Häuten die vollständige Injection der Blutgefässe einigen zu wünschen übrig liess.

Hingegen muss erwähnt werden, dass an den netzförmig verbundenen, der Muskulatur entbehrenden Lymphgefässen (Lymphcapillaren) im Centrum tendineum des Zwerchfells ein umspinnendes Netz von Blutcapillaren fehlt.

Es fragt sich nun, welche Bedeutung ¹⁾ dem umspinnenden Capillarnetz zukommt? — Es ist vorläufig unmöglich eine striete Antwort zu geben, aber denkbar wäre es, dass bei praller Füllung das Capillarnetz einen Druck auf das Lymphgefäss ausübt und dadurch eine Fortbewegung der Lymphe in der Richtung des geringeren Widerstandes begünstigt.

1) Da den Blutgefässen von entsprechendem Caliber die umspinnenden Capillaren fehlen, so ist es unstatthaft letztere einfach als vasa vasorum aufzufassen. Andererseits muss auf das eigenthümliche Factum hingewiesen werden, dass dem Blutherz des Frosches die Blutcapillaren fehlen, während

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXXIII.

- Fig. 1. Aeusseres Ohr der Ratte. Netzförmig verbundene Lymphgefäße (a) mit unvollständig injicirtem, umspinnendem Capillarnetz. Die Uebergangsgefäße (b) richten sich in ihrem Verlaufe genau nach den Lymphgefäßen. Hartn. S. 4. Oc. 3.
- Fig. 2. Lymphgefäß aus dem äusseren Ohr der Ratte mit engmaschigen dem Lymphgefäß unmittelbar anliegenden Capillaren. Hartn. S. 7. Oc. 3.
- Fig. 3. Zwei anastomosirende Lymphgefäße (a) aus dem äusseren Ohr der Ratte. Verlauf und Verästelung der Uebergangsgefäße (b) sehr charakteristisch. Die Musculatur der Lymphgefäße ist durch braune Schraffirung (c) streckweise angedeutet. Hartn. S. 4. Oc. 3.
- Fig. 4. Lymphgefäße (a), dessen Wandung nur auf einer kleinen Strecke durch das Silber kenntlich gemacht ist, dessen weiterer Verlauf aber durch das vollständig injicirte Capillarnetz (b) zu verfolgen ist. Hartn. S. 4. Oc. 3.
- Fig. 5. Klappenhaltiges Lymphgefäß (b) aus dem Mesenterium des Hundes. Beiderseits Arterien und Venen, von denen aus Uebergangsgefäße zum Lymphgefäß ziehen und in ein umspinnendes Capillarnetz übergehen. An den Endothelien sieht man Stomata. Hartn. S. 4. Oc. 3.
- Fig. 6. Klappenhaltiges Lymphgefäß (a) aus dem Unterhautzellgewebe der hinteren Extremität einer Ratte. Die zu beiden Seiten des Lymphgefäßes verlaufenden Blutgefäße senden anastomosirende Capillaren ab, die das Lymphgefäß umgeben. Hartn. S. 4. Oc. 3.

die Lymphherzen von einem Capillarsystem versorgt werden. Berücksichtigt man weiter, dass die Lymphherzen, bei Gegenwart von Lymphsäcken die der Musculatur entbehren, als Substitute der musculösen Lymphgefäße anzusehen sind, so scheint es auf den ersten Blick, als ob die in Rede stehenden Capillaren an die Gegenwart der Musculatur in dem Lymphgefäßssystem gebunden sind. Diese Vermuthung erhält noch eine Stütze in dem Umstande, dass die dünne und der musculösen Elemente entbehrende Wand der Cysterna chyli, beim Frosch in den centralen Partien gefässlos ist.

Nur an der Peripherie in der Nähe des Anheftungsrandes verlaufen Blutgefäße. Jedenfalls ist es eine beachtenswerthe Thatsache, dass ein von Blut durchflossener Muskelschlauch (Blutherz des Frosches) der Capillaren entbehren kann, während ein von Lymphe durchströmter Muskelschlauch (Lymphherz) desselben Thieres ein Capillarsystem besitzt. Dasselbe Verhalten wiederholt sich, wie wir eben gesehen, an den peripheren Blut- und Lymphgefäßen der Säuger. (Arnstein.)

Ueber Tastapparate bei *Eucharis multicornis*.

Von

Th. Eimer
in Tübingen.

Hierzu 3 Holzschnitte.

Das distale Ende der bekannten, der Gestalt nach mit den Ambulakralfüsschen der Echinodermen vergleichbaren Fortsätze am Körper von *Eucharis multicornis* — ich nenne sie im Folgenden Tastwarzen — ist mit eigenthümlichen Zellen besetzt. Diese Zellen sind von kugelig

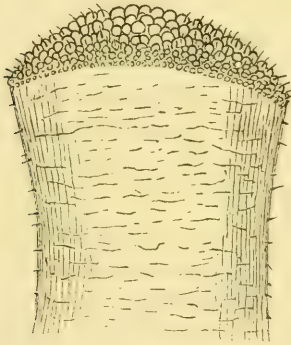


Fig. 1.

gestalt, mit körnigem Inhalt erfüllt, durch welchen zuweilen deutlich ein Kern hindurchsieht. Sie liegen, wie die Beeren einer Weintraube, dicht aneinandergedrängt und ragen, wie diese, bei der Seitenansicht mit einem Theil ihrer Wölbung frei hervor. Sie bedecken kappenartig das abgerundete Ende der Tastwarzen, jedoch so, dass sie auf der Höhe der Kuppe derselben am grössten sind, proximalwärts dagegen kleiner werden, bis sie an der Grenze ihres Vorkommens bei einer Vergrösserung von 60 : 1 nur noch punktförmig erscheinen; der Durchmesser dieser kleinsten beträgt etwa 0,0037, derjenigen der grössten 0,034 mm. Schon bei mässig starker Vergrösserung sieht man den granulirten Inhalt der grösseren Zellen von einer ziemlich breiten, wasserklaren Zone umgeben, von welcher ich heute nach meinen Zeichnungen nicht mehr bestimmt urtheilen kann, ob sie aus-

len sind von kugelig Gestalt, mit körnigem Inhalt erfüllt, durch welchen zuweilen deutlich ein Kern hindurchsieht. Sie liegen, wie die Beeren einer Weintraube, dicht aneinandergedrängt und ragen, wie diese, bei der Seitenansicht mit einem Theil ihrer Wölbung frei hervor. Sie bedecken kappenartig das abgerundete Ende der Tastwarzen

schliesslich auf eine Hülle oder ausserdem auf homogene, zwischen dieser und der körnigen Masse gelegene Substanz zu beziehen



Fig. 2.

sei. Jedenfalls muss die Hülle ausserordentlich wenig fest sein, denn die Zellen sind in sehr geringem Grade widerstandsfähig, quellen sehr leicht auf und entleeren bei wenig starker Berührung ihren Inhalt.

Je zwischen einigen der so beschaffenen Zellen ragt ein Büschel von etwa 3 bis 4 distalwärts divergirenden, homogen aussehenden Borsten hervor, welche nach aussen

spitzig sind, nach innen allmählig stärker werden und am Grunde eine ziemliche Dicke besitzen (Fig. 2).

Vereinzelt finde ich solche Borsten auf einer meiner Zeichnungen auch auf dem von körnigen Zellen freien Theile der Tastwarzen angegeben (Fig. 1).

Das Gallertgewebe, aus welchem die Tastwarzen, vom Epithel abgesehen, bestehen, ist der Länge und der Quere nach von zahlreichen Fasern durchzogen (Fig. 1). So wenig Zeit ich auf die Erforschung der bezüglichen Verhältnisse verwenden konnte, so suchte ich doch selbstverständlich darnach, ob sich unter diesen Fasern nicht solche fänden, welche als Nervenfasern zu erkennen wären, die zu den Borsten, bezw. zu den Zellen hinzutreten. In der That sieht man nun Fasern gegen dieselben hinstreben, welche, so weit ich dies ohne Anwendung von Reagentien erkennen konnte, die grösste Aehnlichkeit mit den von mir bei *Beroë*¹⁾ beschriebenen, die Epidermis versorgenden Nerven haben. Wie dort in die Nerven überhaupt, sind in diese Fasern zuweilen spindelförmige Körper eingeschaltet, deren Beschaffenheit erst durch Reagentien festzustellen sein könnte, die aber bei *Beroë* nach Anwendung solcher je durch Einreihung einer Zelle, eines von wenig Plasma umgebenen Kernes, in die Faser hervorgebracht

1) Zoologische Studien auf Capri I. Ueber *Beroë ovatus*, ein Beitrag zur Anatomie der Rippenquallen. Leipzig, Engelmann. 1873.

erscheinen. In der Nähe der Tastborsten, bezw. der körnigen Zellen, angekommen, verästeln sich diese Fasern, ganz wie dies bei Beroë der Fall ist, gewöhnlich wiederholt dichotomisch, zuerst meist von Anschwellungen aus, welche von verschiedener Grösse sind und je nach der Zahl der von ihnen abgehenden Fäden eine dreieckige oder eine multipolare Gestalt haben und werden in Folge dieser wiederholten Theilung zuletzt zu unendlich feinen Fäden, die nun direkt gegen die Epidermis hin-

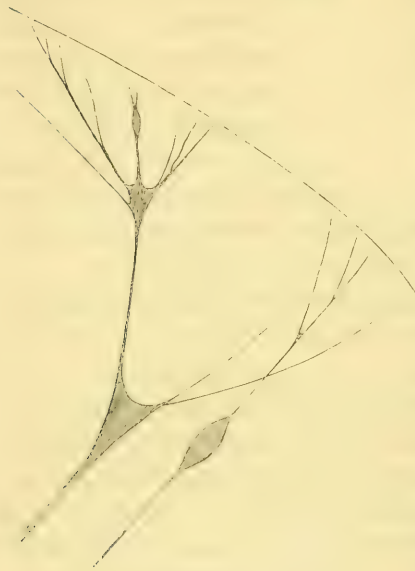


Fig. 3.

ziehen. Diese feinsten Fäden zeichnen sich, wie die ganze Faser überhaupt, durch den absolut geradlinigen Verlauf aus, welchen ich als für die Nervenfasern von Beroë gegenüber Bindegewebsfasern charakteristisch bezeichnet habe. Ich konnte wiederholt feststellen, dass ihrer mehrere, wie sie von einem letzten Verzweigungspunkte aus ihren Ursprung nehmen, gegen die beschriebenen Tastborsten zustrebten. Einen Anschluss an diese konnte ich jedoch so wenig wie an die körnigen Zellen feststellen: es verloren sich die feinen Fäden dem Auge jeweils in einiger Entfernung von denselben. Kann über die Existenz einer solchen Verbindung, wie überhaupt über die Natur der beschriebenen Fasern als Nerven erst auf Grund genauer Untersuchung mit Hilfe von Reagentien endgültig entschieden werden, so spricht doch die Vergleichung mit den Verhältnissen bei Beroë und die Bedeutung, welche man den Borsten von vornherein gerne zuschreiben wird, sehr für beides. Die Borsten halte ich für Tastborsten, was die Zellen angeht, so liegt es nahe, sie für Secretbläschen zu halten, welche bei Berührung mit einem Feinde oder mit einem Opfer ihren Inhalt, der vielleicht ätzende Eigenschaften hat, möglicherweise aber auch nur klebrig ist, zu dem Zweck, Nahrungsstoffe festzuhalten, entleeren dürften, ähnlich den Nesselzellen.

ziehen. Diese feinsten Fäden zeichnen sich, wie die ganze Faser überhaupt, durch den absolut geradlinigen Verlauf aus, welchen ich als für die Nervenfasern von Beroë gegenüber Bindegewebsfasern charakteristisch bezeichnet habe. Ich konnte wiederholt feststellen, dass ihrer mehrere, wie sie von einem letzten Verzweigungspunkte aus ihren Ursprung nehmen, gegen die beschriebenen Tastborsten zustrebten. Einen Anschluss an diese konnte ich jedoch so wenig wie an die körnigen Zellen feststellen: es verloren

Auf der anderen Seite stellt sich die Frage, ob sie nicht, gleich den Borsten, Tasteindrücke vermitteln können, also Sinneszellen sind. Zur Entscheidung wäre vor Allem die Feststellung des Verhaltens der Nerven zu ihnen nothwendig; ohne diese ist sie in letzterem Sinne jedenfalls nicht berechtigt.

Die geschilderten Beobachtungen habe ich gelegentlich im März 1876 in der zoologischen Station zu Neapel gemacht und musste mich bei vorstehender Darstellung auf das Gedächtniss und auf meine Zeichnungen verlassen, nachdem meine Absicht, die Histologie der Rippenquallen und speciell die beschriebenen Verhältnisse weiter zu verfolgen, sich bis jetzt nicht hat verwirklichen lassen. Ich hatte übrigens damals Gelegenheit, das hübsche Objekt dem zugleich mit mir in Neapel anwesenden Professor Hensen zu zeigen. Dem ebenfalls anwesenden, mit dem Studium der Rippenquallen sich beschäftigenden Herrn Dr. Chun machte ich von meiner Beobachtung Mittheilung und erfuhr auf Befragen von ihm, dass er Bezügliches bis dahin noch nicht gesehen habe. In No. 31 des „Zoologischen Anzeigers“, 1879, beschreibt nun Herr Chun dieselben Einrichtungen bei *Cestum* mit dem Hinzufügen, dass sie bei *Eucharis* ganz analoge seien. Er bezeichnet die Borsten als Tasthaare, die körnigen Zellen als Sinneszellen und bemerkt, dass schon Herr Buekers die letzteren bei *Cestum* gesehen und mit Recht in genanntem Sinne gedeutet, jedoch ungenügend geschildert habe ¹⁾.

Ich füge hinzu, dass die Zellen mit körnigem Inhalt bei *Eucharis* an die von mir vom Mundrande von *Beroë* beschriebenen, aus körnigem Inhalt und zarter Hülle bestehenden „tannzapfenähnlichen, ellipsoidischen Körper“ erinnern ²⁾, die ich wiederum als offenbar verwandt mit den Zellen bezeichnete, welche Fol ³⁾ auf

1) *Bijdragen tot de Kennis der Anatomie von Cestum Veneris* Les. Hoorn 1878. Ich möchte mir gestatten hiezu zu bemerken, dass, von der Schilderung abgesehen, die Abbildung, welche Herr Buekers von seinen Sinneszellen gibt, eine derartige ist, dass man vielleicht Querdurchschnitte von Lieberkühn'schen Drüsen oder Anderes, keinenfalls aber Sinneszellen in ihr suchen möchte. Ich selbst bin demnach nicht im Stande zu sagen, ob der Autor wirklich den von mir beschriebenen Zellen Aehnliches vor sich gehabt hat oder was sonst.

2) Vergl. *Beroë* S. 68 und Taf. IX. Fig. 88.

3) H. Fol, Ein Beitrag zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Rippenquallen, Inaug.-Dissertation, Berlin 1869.

S. 5 seiner Abhandlung bei *Eurhamphaea* erwähnt und auf Taf. III Fig. 8 abgsbildet hat.

Herr Chun erklärt im Anschluss an Obiges, dass Tastaare auch sonst an denjenigen Körperstellen auftreten, die auf einen Reiz leicht reagiren, so bei allen gelappten Ctenophoren an der Innenseite der Lappen, bei den Beroiden am Mundrande — eine Ansicht, welche in erfreulicher Uebereinstimmung steht mit meiner von demselben Autor bestrittenen Angabe, dass die Epidermis der Rippenquallen mit Nerven versorgt wird, ja welche nur auf Grund dieser Voraussetzung überhaupt Boden haben kann.

Tübingen im September 1879.

(Anatomisches Institut zu Strassburg.)

Beiträge zur Kenntniss des Baues der Reptilienhaut

Von

Dr. Andrea Batelli in Florenz.

Hierzu Tafel XXXIV und XXXV.

In der nachfolgenden Darstellung des Baues der Reptilienhaut habe ich den Weg eingeschlagen, zunächst eine übersichtliche Beschreibung des Gesamtbauers, als einen allgemeinen Theil, voranzuschicken, dem ich die specielle Schilderung der wichtigeren Verhältnisse bei den einzelnen von mir untersuchten Arten folgen lasse. Von der üblichen historischen Einleitung kann ich dabei Abstand nehmen, da sowohl die älteren Arbeiten von Leydig (dieses Archiv Bd. IX und *Nova acta Acad. Caes. Leop. Nat. Curios.* T. XXXIV. 1868) und Cartier (*Verhandlungen der Würzburger phys. med. Gesellschaft*, Neue Folge III. u. V. Bd.), als auch ganz besonders die ausführlichen neuesten Abhandlungen von Kerbert (dieses Archiv Bd. XIII) und Todaro (*Sulla*

struttura intima della pelle de' rettili, Ricerche fatte nel Laboratorio di anatomia normale della Reale università di Roma, Vol. II. Fasc. I, Roma 1878. 4) in erwünschter Vollständigkeit diese Seite des Gegenstandes behandeln.

I. Allgemeiner Theil.

Wir unterscheiden bekanntlich, wie bei allen Vertebraten, an der Reptilienhaut zwei Hauptschichten, die Epidermis und die Cutis. Die erstere zerfällt nach meinen Erfahrungen, die im Wesentlichen mit Kerbert und Todaro übereinstimmen, in drei Lager, die ich als Stratum corneum, Stratum intermedium und Stratum mucosum s. Malpighianum bezeichnen möchte. In der Schichtung des Stratum corneum tritt nun bei den Reptilien eine grössere Complication zu Tage, als bei den übrigen Wirbelthieren, indem wir nicht weniger als vier Abtheilungen daran unterscheiden müssen, und zwar, von der freien Oberfläche zur Cutis fortschreitend: 1) das Stratum epitrichiale (Kerbert) (pellicola epidermica Todaro), 2) das Stratum granulosum superius (Kerbert), von Todaro nicht besonders benannt, 3) das Stratum corneum compactum (Todaro), 4) Stratum corneum relaxatum (rilassato, Todaro). 3 und 4 fasst Kerbert einfach unter dem Namen „Stratum corneum“ zusammen. In meinen Figuren, vgl. z. B. Fig. 1, gebrauche ich für diese einzelnen Schichten dieselben Buchstaben, welche Todaro dafür gewählt hat (a'' = Str. epitrichiale, a = Str. corn. compact., a' = Str. corn. relaxatum). Für das Stratum granulosum superius, welches Todaro nicht besonders bezeichnet hat, füge ich den Buchstaben a''' hinzu.

Als intermediäre Schichten sind wol passend die von Kerbert und Todaro aufgeführten Lagen des sogen. Stratum lucidum und granulosum inferius kurz zusammenzufassen, worüber gleich das Nähere zur Erläuterung folgen soll.

Das Stratum Malpighianum, s. mucosum, lässt sich, wie bei allen Vertebraten, in eine obere „Stachelschicht“, Stratum dentatum m., und in eine untere „Cylinderzellenschicht“, Stratum cylindricum, zerlegen.

Die genauere Betrachtung dieser einzelnen Lagen der Epidermis ergibt Folgendes :

Bezüglich der zuerst von Kerbert richtig geschilderten Epitrichialschicht muss ich dem genannten Autor durchaus zustimmen, wenn er dieselbe nicht als eine Cuticularbildung ansieht, sondern aus Zellen zusammengefügt sein lässt. Ich fand die Zellen, welche mittelst Kalilauge (starker Moleschott'scher Lösung) isolirt wurden, von stark abgeplatteter Form. An der unteren Fläche dieser epitrichialen Schicht finde ich, besonders deutlich bei den dorsalen Schuppen von Python, eine einzige Lage unregelmässig begrenzter Zellen (s. Fig. 4), welche vielleicht Uebergangsformen zwischen der Epitrichialschicht und dem Stratum granulosum superius darstellen.

Letzteres Stratum, welches ich Kerbert vollkommen bestätigen muss, lässt sich mittelst der gewöhnlichen Tinctionsmittel leicht zur Anschauung bringen. Auf der planen Oberfläche der Schuppen liegen die Zellen dieser Schicht in einer und derselben Ebene, während an den abgedachten Seitenflächen der Schuppen faltenartige Fortsätze der Epitrichialschicht sich zwischen die Zellen des Stratum granulosum superius hineinschieben. Die granulirten Zellen sind sämmtlich kernhaltig; sie werden bei jeder Häutung abgeworfen.

Wenn Todaro, p. 95 seiner Abhandlung, sagt: *L'accumulo di molte cellule granulose dello strato interno della pellicola, lungo il grande asse di alcune squame, solleva lo strato delle sculture in certe specie, e determina la forma a carena di queste squame; avvegnachè io non credo che questa forma sia dipendente da un rilievo mediano fatto dal derma sottostante come hanno sostenuto F. Leydig (Arch. f. mikr. Anat. IX, p. 759) ed. O. Cartier (Würzb. Verhandl. N. F. p. 260)*, so bestimmen mich Querschnitte der dorsalen Schuppen von *Tropidonotus natrix* (vgl. Fig. 13), wiederum der älteren Auffassung Leydig's und Cartier's zuzustimmen, dass die Schuppenerista in letzter Instanz von einer entsprechenden Erhebung der Cutis bedingt sei, welcher Cutisvorsprung an dem Schnitte (bei a in der Figur) deutlich hervortritt.

Das nun folgende dritte Stratum, *Stratum corneum compactum*, bleibt frei zu Tage liegen, wenn die beiden bis jetzt beschriebenen Lagen bei der Häutung abgeworfen werden. Letztere geht erst dann vor sich, wenn vom Stratum compactum aus schon wieder die erste Anlage der neuen beiden oberen Schichten gebildet ist. So habe ich bei *Lacerta* an den Rückenschuppen

diese Verhältnisse beobachten können und waren hier auch bereits die Cristae in den neuen Anlagen erkennbar, bevor noch die alte Oberhaut abgestossen war. Die Zellen des Stratum compactum selbst bilden eine variable Menge einzelner Lagen, sie sind stark abgeplattet und in verschiedenem Grade verhornt, jedoch kernhaltig, während in der Epitrichialschicht die Kerne fehlen.

Die folgende Lage, Stratum relaxatum, führt mit Unrecht bei einigen Autoren auch die Benennung „Stratum fibrillosum,“ denn es finden sich niemals Fasern, sondern ausschliesslich sehr regelmässig geformte platte kernhaltige Zellen darin. Der Anschein der Faserung entsteht dadurch, dass diese Zellen eine sehr dünne verhornte Randzone besitzen, so dass auf senkrechten Durchschnitten die Zellen an den Rändern in Fasern auszulaufen scheinen. Der Name „Stratum relaxatum“ passt insofern, als auf Durchschnitten diese Schicht leicht in einzelne Lamellen aufblättert und daher ein lockeres Gefüge annimmt.

Als intermediäre Schichten wurden vorhin bezeichnet das Stratum lucidum und granulosum inferius. Ersteres wird von Kerbert ausdrücklich als ein Bestandtheil der Reptilienepidermis aufgeführt. Ich finde auf Durchschnitten nur die in Fig. 6 wiedergegebenen Schichten und kann mich von der constanten Existenz eines als Stratum lucidum zu bezeichnenden Gebildes nicht überzeugen. Dagegen existirt allerdings, namentlich in einer der Häutung unmittelbar vorhergehenden Periode, wie ich besonders bei Python nachweisen konnte, s. Fig. 6 g, eine ziemlich starke Schicht granulirter Zellen, zwischen dem Stratum relaxatum und dem Rete Malpighii gelegen. Mitunter trifft man denn auch in dieser Lage eine mehr oder minder zusammenhängende Reihe stark lichtbrechender Zellen, welche vielleicht als Stratum lucidum angesehen werden dürften.

Am eingehendsten, namentlich mit Bezug auf das Verhalten bei der Häutung, hat jüngst Todaro diesen Bezirk der Epidermis geschildert. Da ich den Vorgang der Häutung nicht mit in das Bereich meiner Untersuchungen gezogen habe, so vermag ich nicht im Einzelnen die Angaben Todaro's zu beurtheilen; doch sei mir gestattet bezüglich einiger Punkte meine Zweifel zu äussern:

Todaro meint, dass während der Häutung in einem gewissen Stadium dieses Processes die oberflächlichsten Schichten des Rete Malpighii zu einer continuirlichen protoplasmatischen Masse

verschmelzen; später soll dann diese Masse in zwei Lagen sich sondern, und zwar in eine helle, oberflächlicher gelegene Schicht und in eine mehr granulirte tiefere Schicht von ihm sogenannter „drüsiger Zellen“ — „cellule glandulare“ Todaro. — Oberhalb der ursprünglichen protoplasmatischen Masse — wie später oberhalb der hellen Schicht — befinde sich ein Lager prismatischer Zellen. In einem nächstfolgenden Stadium, in welchem die Häutung selbst vor sich geht, höre die Lebensthätigkeit der „drüsigen Zellen“ auf und diese Zellen degenerirten zu einer schleimähnlichen Masse; dadurch werde aber die helle Schicht — das Stratum lucidum der Autoren — sammt allen oberhalb desselben liegenden Schichten von dem Rete Malpighii abgetrennt, worin eben der Häutungsprocess bestehe.

Todaro geht aber noch weiter: Es sollen bei dem Häutungsprocess auch die obersten Zellen der Malpighi'schen Schicht verhornen und zwar in der Weise, dass an jeder Zelle sich zwei Hornplatten bilden, eine obere und eine untere, beide Platten trennen sich später von einander.

Ohne über die Richtigkeit dieser Angaben ein bestimmtes Urtheil abgeben zu wollen, da ich, wie bemerkt, den Häutungsprocess nicht zum Gegenstande specieller Studien gemacht habe, möchte ich doch Folgendes hervorheben:

Todaro sagt, dass die Kerne der Zellen, welche die beiden Hornplatten erzeugen, vorher schwinden, gibt aber nichts über eine etwaige Neubildung von Kernen an; mir erscheint es nun schwer verständlich, wie unter dieser Annahme die Zellen der Hornschicht bis fast zur Oberfläche der Haut hin kernhaltig bleiben können.

Fernerhin habe ich bei Python, vgl. Fig. 6 g, in einem der Häutung unmittelbar vorausgehenden Stadium zwischen dem Stratum relaxatum und dem Rete Malpighii eine starke Lage von granulirten Zellen gefunden, welche deutliche Zählung zeigten, (letztere ist in der Figur nicht wiedergegeben) traf aber niemals jene drei von Todaro beschriebenen Lagen, noch sah ich eine Verschmelzung von Zellen zu einer protoplasmatischen Masse; stets waren die einzelnen Zellindividuen deutlich zu erkennen.

Ich betrachte diese Lage granulirter Zellen als die Matrix der mehr oberflächlich gelegenen Schichten; die Zellen färben sich leicht in Osmium, Methyl-Violett und Pikrocarmin.

Das *Stratum Malpighianum* besteht fast durchweg aus zwei Zellschichten, einer oberen plattzelligen und einer unteren cylindrischen Lage. Jedoch findet man bei manchen Exemplaren von *Lacerta muralis* nur die Cylinderzellschicht an einzelnen Körperstellen, während wieder andere Thiere beide Schichten haben. In dieser Beziehung stimme ich *Todaro* vollkommen bei. Zeichen von Zellenvermehrung fand ich auch an den Rete-Zellen der Mundschuppen von *Tropidonotus* bald nach der Häutung; es zeigten sich hier zweierlei Zellformen, schmale Zellen mit länglichen Kernen, und grössere rundliche von klarem durchscheinenden Aussehen. In letzteren Gebilden sieht man häufig zwei Kerne und Andeutungen einer Abschnürung der oberen Enden (Fig. 15). Ich empfehle vor Allem Osmiumpräparate.

Mit *Todaro* muss ich mich gegen *Kerbert* auch dahin aussprechen, dass sämtliche Zellen des Rete *Malpighii* der Reptilien in die Kategorie der Riff- und Stachelzellen gehören; an den Cylinderzellen beschränkt sich die Zähnelung auf die der *Cutis* zugewendete Basis. Sowohl *Macerations-* als auch äusserst feine Schnittpräparate liefern die Beweise, doch vermochte ich nicht zu entscheiden, ob bezüglich des genaueren Verhaltens der Zähnelung *Bizzozero* oder *Max Schultze* im Rechte sei. Stets erscheint die Bildung der Zähnelung als etwas späteres; an den jung entstandenen Zellen vermisst man dieselbe. — Für *Macerationen* empfehle ich die Wasserbehandlung nach vorheriger Einwirkung von Citronensaft mit Goldchlorid nach *Ranvier's* Verfahren.

Die *Cutis* der Reptilien setzt sich aus drei Schichten zusammen, die wir als *Stratum limitans superius*, *inferius* und *tela subcutanea* bezeichnen können. Alle Abweichungen im Baue der Lederhaut bei den verschiedenen Species, so wie an den verschiedenen Localitäten lassen sich auf die grössere oder geringere Entwicklung einer oder der anderen dieser Schichten zurückführen. Den wenig passenden Namen: *Stratum limitans inferius* habe ich beibehalten, obgleich wir es hier nicht mit einer Grenzschicht zu thun haben, da er bereits von *Todaro* gebraucht ist und ich durch neue Nomenclatur keine Weiterungen einführen möchte.

Was das Verhältniss der drei Schichten zu einander betrifft, so sehen wir die Fasern des *Stratum subcutaneum* durch das *Limitans inferius* hindurchtreten, um sich zum *Limitans superius* zu be-

geben. Zwei Arten dieser Durchkreuzung lassen sich nachweisen, die eine an den Bauchschuppen von Python und Tropidonotus, die andere bei Anguis fragilis. Bei letzterer Species treten grössere cylindrische Faserbündel zwischen den Hautknochen, die in dem Limitans inf. liegen, hindurch, bei Python und Tropidonotus laufen zahlreichere kleine Bündel zwischen den Elementen des Limitans inf. hindurch, indem sie sich mit dessen Faserzügen in regelmässiger Anordnung kreuzen. Das Stratum limitans inferius erscheint als die Hauptschicht der Cutis und stellt eine mehr compacte Masse dar; die Bündel des Strat. lim. sup. verlaufen mehr vertikal, die des Stratum subcut. sind feiner und ziehen mehr horizontal. Die grössere Lockerung des Str. lim. sup. und der Tela subcutanea lässt auch den Pigmentzellen einen freieren Spielraum, und deshalb finden wir sie wohl auch vorzugsweise in diesen Schichten angehäuft.

In dem Strat. limitans superius bilden die Pigmentzellen gewöhnlich zwei Schichten, eine dicht unter dem Epithel, die andere näher dem Limitans inferius. Zwei Formen von Pigmentzellen kommen vor, grosse, reich verzweigte und kleine mehr rundlich gestaltete; letztere liegen stets unmittelbar unter dem Epithel und führen ein mehr gelbliches Pigment. Von den tiefer gelegenen grösseren Zellen gehen Fortsätze aus, welche durch das Lager der kleinen Zellen hindurch bis in das Rete Malpighii vordringen.

Schliesslich sei hier noch kurz bemerkt, dass ich von einer normalen Pneumaticität der Reptilienhaut, wie sie von W. J. Edwards, de l'influence des agents physiques sur la vie, Paris 1824, dann von Blanchard (Annal. des Sc. nat. zool. 1861) und jüngst noch von Leydig l. c. angenommen worden ist, nichts habe wahrnehmen können. Sollten in den oberen Schichten der Epidermis lufthaltige Räume gefunden werden, so ist daran zu denken, dass während der Periode der Häutung wohl Luft zwischen die einzelnen Lagen der in der Abhebung begriffenen Epidermispforten eindringen kann, indessen kann das doch nicht zur Annahme eines normalen Luftgehaltes dieser Theile berechtigen.

Ueber die Nerven der Reptilienhaut gibt uns Leydig l. c. die ersten wichtigen Aufschlüsse namentlich durch die Entdeckung der von ihm sogenannten Organe des sechsten Sinnes, welche er als Nervenendstationen ansieht. Todaro l. c. lieferte den be-

stimmten Nachweis (Osmiumpräparate), dass die Nervenenden sich direct mit den Zellen der genannten Sinnesorgane verbinden, gibt jedoch ebenso wenig wie Leydig irgend welche andere Nervenendigungen an.

Mir ist stets die erhebliche Menge und die Stärke der Nervenfasern aufgefallen, welche sich bis zur oberflächlichen Lage des Stratum limitans superius im Bereich der ganzen Haut der Reptilien begeben. Von der Voraussetzung ausgehend, dass bei den Reptilien, ausser in den specifischen Hautsinnesorganen, noch Endigungen im Gesamtbereiche der Haut zur Vermittelung der Gemeingefühle vorhanden sein müssten, wie wir sie von den übrigen höheren Vertebraten kennen, habe ich mein Hauptaugenmerk auf diese Frage gerichtet. Es gelang mir an Goldpräparaten, namentlich der Unterkieferhaut von *Lacerta viridis* und *Anguis fragilis*, welche nach Ranvier's Verfahren vorbereitet waren, nachzuweisen, dass an vielen Stellen eine Menge Nervenfasern zur Epidermis aufstreben, ihr Mark verlieren und in die Epidermis selbst eintreten. Diese Nervenfasern gehen von den in der Tela subcutanea gelegenen Stämmen aus, verlaufen mit den Bindegewebsbündeln der Tela bis zum Strat. lim. superius, wo sie dicht unter der Epidermis reichlich sich verzweigen. Von dieser Verzweigung aus treten dann die marklosen Fäden in die Epidermis ein und lassen sich bis zu den gezähnelten Zellen der oberen Schicht des Rete Malpighii verfolgen; ihre Endigung findet hier, wie es bei der Cornea der Fall ist, frei zwischen den Zellen, oder mit kleinen Endknöpfchen statt (vgl. Fig. 9). Wegen der Pigmentzellen und deren feinen Ausläufern bietet diese Untersuchung beträchtliche Schwierigkeiten dar. Doch glaube ich mich durch sorgfältige Prüfung vor einer Verwechslung feiner Pigmentausläufer mit Nervenfasern gesichert zu haben. Somit wäre also auch für die Reptilien die bei den höheren Amnioten vielfach vorhandene Endigungsweise der Nerven zwischen den Epidermiszellen nachgewiesen.

II. Specieller Theil.

a) Haut von *Python javanicus*.

Für die Untersuchung der Haut von *Python javanicus* benutzte ich Alkoholpräparate. Da die im vorigen Capitel erwähn-

ten Verhältnisse grösstentheils nach den bei Python eruirten Befunden dargestellt sind, so habe ich hier nur noch wenig nachzutragen.

Die Epitrichialschicht besteht an den abhängigen Theilen der Dorsalschuppen aus kleinen länglichen Zellen, wie Kerbert sie bei *Tropidonotus* und *Pseudopus* beschrieben hat, dagegen verschmelzen auf dem oberen Schuppentheile die Zellen zu einer structurlosen Membran. In Fig. 4 habe ich die von mir zuerst hier beschriebene Lage der unterhalb des Epitrichium gelegenen Uebergangszellen abgebildet und gebe in Fig. 7 die Elemente des Stratum granulosum superius (Todaro's pentagonale Zellschicht) und in Fig. 14 eine Zelle aus der folgenden Schicht; in diesen letzteren Zellen zeigt sich um den Kern eine helle Ringzone. Fig. 6 endlich, deren ich schon öfters Erwähnung that, führt uns ein Durchschnittsbild der gesammten Epidermis vor. Zur Erläuterung der Schichtung der sehr starken Lederhaut von Python möge Fig. 1 dienen. Sie zeigt einen senkrechten Durchschnitt der Haut einer Schuppe, die mit Sq bezeichneten Räume sind die Spalten zwischen der vorliegenden und den benachbarten Schuppen. Wir sehen die drei vorhin geschilderten Cutislagen in mächtiger Ausbildung; das Stratum limitans superius tritt als Hauptmasse der Schuppe kegelförmig vor. Bemerkenswerth ist der Unterschied zwischen Stratum lim. sup. und inferius, indem bei letzterem viel stärkere Bindegewebsbündel vorhanden sind, welche viel umspinnende elastische Fasern führen. An der Basis des in Rede stehenden Stratum sind diese elastischen Fasern in einer solchen Menge angehäuft, dass man recht wohl ein besonderes Stratum elasticum hier unterscheiden könnte; von hier aus, als von einer Centralstätte, ziehen die elastischen Fasern, unter fortwährender Verästelung, nach allen Seiten hin, nach oben zum Stratum limitans superius, nach unten zur Tela subcutanea.

Besonders bemerkenswerth ist die bedeutende Entwicklung des Stratum subcutaneum bei Python, welches sich in gleicher Weise bei keiner andern der von mir untersuchten Species wiederfindet; die Bündel verlaufen hier im Allgemeinen horizontal, treten aber von Strecke zu Strecke in das darüber liegende Stratum ein. In allen Coriumschichten finden wir platte reichverästelte und unter einander anastomosirende Bindegewebszellen, welche in dem Stratum lim. inf. die dicken Faserbündel in derselben

Weise umgreifen, wie das von den Sehnen bekannt ist. Für die Darstellung dieser Zellen kann ich Pikrocarmin mit ameisensäurem Glycerin empfehlen.

Die Blutgefässe erleiden erst eine reichere Verzweigung im Stratum limitans superius, während sie das inferius ohne besondere Verästelung durchsetzen. In Folge dieser Vertheilung bleibt auch bei der starken Ausdehnung der Haut nach der Nahrungsaufnahme der Zutritt von Blut zu den oberflächlichen Gefässplexus gesichert.

b) *Tropidonotus natrix*.

Die Haut der dorsalen Schuppen von *Tropidonotus* schliesst sich in allem Wesentlichen an die bei *Python* geschilderten Verhältnisse an, nur ist der bindegewebige Kamm, welcher die Schuppencrista bedingt, weniger entwickelt und ist das elastische Fasernetz schwächer ausgebildet. Unterhalb der dorsalen Medianlinie des Körpers findet sich ein longitudinales Band, aus elastischem und fibrösen Gewebe bestehend.

Für die ventralen Schuppen bin ich veranlasst eine eingehendere Schilderung zu liefern, da auch die Beschreibung der Bauchschuppen von *Coluber virido-flavus*, welche Todaro gegeben hat, noch nicht alles genügend erläutert. Bezüglich der Epidermis sei hier nur erwähnt, dass ich alle Schichten wiederfand, welche im allgemeinen Theile zur Sprache gekommen sind. Was die Cutis betrifft, so besteht das Strat. limit. super. (Fig. 3 1) aus schmalen Bündeln, welche, locker gefügt, einander durchkreuzen und dicht unterhalb des Stratum Malpighianum nach unten umbiegen. Die fixen Bindegewebszellen sind hier von bedeutender Grösse, führen grosse Kerne, und, wie es scheint, mehrere Kernkörperchen (vgl. Fig. 17). Das Stratum limitans inf. ist in der Medianlinie am stärksten; gegen den Winkel der Schuppen schärft es sich zu. Eine grosse Zahl der Bindegewebsbündel des Stratum subcut. erstreckt sich zwischen die Muskeln hinein, welche an der Oberfläche der Schuppe, in schiefer Richtung von beiden Seiten herkommend, inseriren, und zwar in dreifacher Lage: Musculi cutanei Obliqui, Transversi externi und Transversi interni. Fig. 3 zeigt uns bei 1 das Stratum limitans sup., bei 1' das Stratum inf. und bei s die Tela subcutanea. Zwischen den beiden letzteren Schichten verlaufen die Sehnen der Musculi Obliqui (obl), welche

sich von beiden Seiten her mit einander vereinigen. Die Fasern der Musculi transversi sind viel feiner als die der obliqui, und ihre Sehnen durchkreuzen sich (bei r in der Fig.). p bezeichnet die innere Muskelfascie und v ein Gefäss, welches unter dem Mittelpunkte der Schuppe gelegen ist.

Die Sehnen haben denselben Bau, wie die der höheren Vertebraten, nur an den Sehnen der Obliqui zeigt sich eine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit, indem nämlich mit grosser Regelmässigkeit von Strecke zu Strecke Gruppen von protoplasmatischen kleineren oder grösseren Zellen in die Sehnensubstanz eingelagert sind; diesen Gruppen entsprechen äusserliche Einschnürungen der Sehnen. Manchmal findet man nur eine einzige grosse Zelle, dann wieder kleinere und grössere Zellen zusammen (Fig. 11B), endlich nur kleinere Zellen (Fig. 11A). Vielleicht sind diese Zellformen in eine Kategorie zu setzen mit denen, welche L. Löwe (Centralbl. 1874. p. 48) bei Säugethiersehnen gefunden hat, und auf welche er das weitere Wachsthum der Sehnen zurückführt. Uebrigens will ich nicht unterlassen, hier hervorzuheben, dass diese Zellen keineswegs Uebergangsformen zu Knorpelzellen repräsentiren, wie sie Ponfick (Centralbl. 1872. p. 116) im Knorpel der Achillessehne des Frosches angenommen hat.

An der Innenfläche der Bauchschuppen erstreckt sich jederseits ein starkes fibröses Band der ganzen Länge des Körpers entlang, welches in Fig. 3 auf dem Querschnitte zu sehen ist (f f Fig. 3); diese Bänder werden durch Fortsätze der Fascia submuscularis eingescheldet, und es gehen die von den Rippen entspringenden Bauchmuskeln mit ihren Aponeuosen in dieselben über; man könnte dieselben also als eine gemeinschaftliche Sehne der Bauchwandmuskeln betrachten. Diese Bänder haben einen sehr merkwürdigen Bau, der an die Structurverhältnisse eines osteoiden Gewebes erinnert. Querschnitte zeigen nämlich eine feste homogen erscheinende Grundsubstanz, in der fast wie Knochenkörperchen erscheinende sternförmige Lücken vorhanden sind; diese Lücken beherbergen Zellen.

Das in Fig. 3 bei v abgebildete Blutgefäss liefert hauptsächlich die Aeste für die Schuppe; sie treten in der Mittellinie ein und bilden ein schönverzweigtes Netz in dem Limitans superius.

c. *Lacerta viridis*.

Mit Rücksicht auf die fast erschöpfende Darstellung, welche die Haut der verschiedenen Species von *Lacerta* durch Leydig, Kerbert und Todaro gefunden hat, begnüge ich mich hier mit wenigen Notizen: Die Epitrichialschicht ist relativ stark, das stratum corneum compactum ähnelt einer zweiten Epitrichialschicht (unmittelbar vor der Häutung), das stratum relaxatum erscheint sehr stark entwickelt. Die tieferen Lagen der Epitrichialschicht haben zu dieser Zeit (vor der Häutung) fast das Aussehen eines stratum relaxatum; die kernführenden Zellen der zunächst tieferen Lage, d. h. des stratum granulosum superius, zeigen im profil zweierlei Sculpturen, an ihrer Oberfläche Hervorragungen, welche in entsprechende Vertiefungen der oberen Epitrichialschicht hineinpassen, an ihrer unteren Fläche Vertiefungen, denen Erhöhungen des darunter liegenden stratum corneum compactum begegnen.

Das stratum granulosum inferius hat mir niemals das Bild einer Zellenverschmelzung ergeben, wie es Todaro beschrieben hat; zwischen den Zellen dieser Lage und den darauf folgenden des Rete Malpighii finden sich allerlei Uebergangsformen.

Hier lässt sich vielleicht am passendsten eine Schilderung der membrana tympani von *Lacerta* einfügen, die als modificirte Hautpartie zu betrachten ist. Die Grundlage des sog. Trommelfelles bildet eine Bindegewebslage, welche, wie Durchschnitte des Grenzgebietes lehren, der tela subcutanea entspricht; auf diesem liegt eine Schicht sehr regelmässig geformter polygonaler Zellen (Fortsetzung des Rete Malpighii, jedoch ohne Cylinderzellen); diese wieder wird bedeckt von 2 dünnen Zellenlagen, welche dem stratum corneum relaxatum und compactum entsprechen. Zwischen die regelmässigen polygonalen Zellen der Reteschicht sind in ebenfalls sehr bestimmter Anordnung Pigmentzellen mit ihren Fortsätzen eingeschoben.

Von der Innenfläche her ist die Columella mit der bindegewebigen Grundschicht, welche ihrerseits ein sehr elegant entwickeltes Gefässnetz aufweist, verbunden.

d) Anhangsgebilde der Haut von *Lacerta*.

Ausser dem eben berührten Trommelfell können wir noch zwei besondere Gebilde der *Lacerta*-Haut hier erwähnen, von denen die einen am Unterkiefer, die anderen am Oberschenkel gelegen sind. Am Unterkiefer von *Lacerta viridis* finde ich eigenthümliche Einstülpungen der Epidermis, welche in der Nähe eines der Schuppenränder gefunden werden (Fig. 16), 4—6 an der Zahl, und dort als helle rundliche Flecke erscheinen. Durchschnitte lehren (Fig. 16), dass es sich hier um schiefgerichtete Einstülpungen des Rete Malpighii handelt. Hornschicht und stratum granulosum inferius (g) ziehen, ohne an der Einstülpung theilzunehmen, über deren Mündung hinweg, so jedoch, dass zwischen diesen Theilen ein trichterförmiger Raum bleibt; dieser Raum bedingt offenbar das Aussehen des Flächenbildes, welches wie ein kleiner runder Fleck erscheint. (In Fig. 16 ist auch zwischen Hornschicht und str. granulosum (g) noch ein Raum frei, dieser ist aber nur Folge des Schnittes, wie andere Präparate lehrten.)

Die Bedeutung dieser Invaginationen ist mir verborgen geblieben; keinenfalls können sie mit den von Leydig und Todaro auch am Unterkiefer von *Lacerta* angenommenen Sinnesorganen zusammengeworfen werden. Ich habe bei Eidechsen weder am Unterkiefer noch sonst am Körper diese Sinnesorgane nachweisen können, obgleich ich dieselben z. B. bei Schlangen am Kopfe sehr leicht auffand. Sollten nicht diese Invaginationen zu Täuschungen Veranlassung gegeben haben?

Besser bekannt sind die drüsenartigen Organe am Oberschenkel von *Lacerta*. Aeusserlich erscheinen sie als dunkle Flecke oder Punkte im unteren Drittel der grossen Schuppen, deren Crista an der Stelle der Flecke unterbrochen ist (Fig. 8). An der Oeffnung dieser Organe fehlt die Epitrichialschicht, alle übrigen Schichten der Epidermis stülpen sich indessen hier in die Tiefe ein (Fig. 2), wobei das stratum corneum compactum die Hauptrolle spielt. Dasselbe bildet einen Pfropf dichtgedrängter Zellen, die sich nur äusserst schwer isoliren oder tingiren lassen, wengleich der ganze Pfropf leicht herausgehoben werden kann. Nach vorhergegangener Osmiumbehandlung gelingt übrigens die Tinction in Pikrocarmin leicht. Das stratum granulosum inf., die Matrix der verhornten Epidermisschichte erfüllt in Form eines kleineren

Kegels das blinde schlanke Ende der Invagination (g, Fig. 2); dessen Zellen färben sich auch in Osmium schwarz. Die obere Lage des Rete Malpighii setzt sich öfters nicht bis ins blinde Ende fort, stets aber die Cylinderzellen. Vom stratum limitans superius aus wird eine bindegewebige Kapsel hergestellt, während das limitans inferius nicht um das Gebilde herumgeht; somit kann die tela subcutanea an der Invaginationsstelle höher hinaufreichen. Man findet hier im stratum subcutaneum eigenthümliche Fasern, die sich sehr lebhaft tingiren und an glatte Muskelfasern erinnern, deren Contraction wohl den Inhalt des Sackes auspressen könnte. Aehnliche Fasern liegen auch unter den benachbarten Schuppen, zu deren Mittelpunkte sie hinstreben.

Die Lederhaut von *Lacerta* bietet im Allgemeinen einige Abweichungen dar, besonders dadurch, dass das stratum limitans superius ausserordentlich reducirt erscheint; das stratum limitans inf. besteht aus umspinnenen parallel gelagerten Faserbündeln, in dessen sind die umspinnenden Fasern nicht elastischer Natur; sie fehlen regelmässig an jeder Vereinigungsstelle zweier Schuppen. Im lockeren subcutanen Gewebe treffen wir reichlich Fettzellen; bei einzelnen Thieren entwickelt sich in der Bauchgegend sogar eine Art Panniculus.

e) *Anguis fragilis*.

Der Hauptunterschied in der Hautstructur von *Lacerta* und *Anguis* liegt in der Anwesenheit der bekannten Knochenplatten bei letzterer. (Zur Entkalkung genügt Müller'sche Flüssigkeit.) Das str. limit. sup. ist sehr zart, seine Fasern stammen z. Th. ab vom limit. inf., z. Th. als das letztere durchbohrende Fasern von der tela subcutanea. Das stratum limitans inf. kann man in zwei Theile zerlegen, in einen oberen verknöcherten und einen unteren, der genau so gebaut ist, wie bei *Lacerta*.

Die Hautknochen haben denselben Bau wie normale Knochen anderer Thiere, speciell die Skeletknochen von *Anguis*; sie sind bekanntlich von kleinen Canälen durchbohrt, durch welche die von der tela subcut. aufsteigenden Faserbündel nebst Blutgefässen ihren Weg nehmen. An der oberen Fläche der Knochen treffen wir immer noch einen schmalen Saum des Stratum limit. inferius.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXXIV und XXXV.

- Fig. 1. Durchschnitt der Haut von Python.
 l, str. limit. superius.
 l₁, „ „ inferius.
 S, tela subcutanea.
 Sq, Falz für die benachbarten Schuppen.
- Fig. 2. Schnitt durch eine Oberschenkeldrüse von Lacerta.
 a, Str. corneum compactum.
 g, Str. granulosum.
 l, limit. inferius.
 s, stratum subcutaneum.
- Fig. 3. Durchschnitt einer Ventralschuppe von Tropidonotus natrix (mittlerer Theil).
 l, limitans superius.
 l₁, limit. inferius.
 s, tela subcutanea.
 r, Sehnen der musc. cutan. transversi.
 p, submusculäre Fascie.
 obl, Sehne der musc. obliqui.
 f, f, sehnige Bündel.
 v, Blutgefäß.
- Fig. 4. Zellen aus der unmittelbar unter der Epitrichialschicht von Python gelegenen Lage.
- Fig. 5. Schnitt durch die Bauchhaut von Lacerta viridis.
 l, s, wie früher.
- Fig. 6. Epidermis von Python.
 a₁, Epitrichialschicht.
 a₁₁₁, stratum granulosum superius.
 a, str. corneum compactum.
 a₁, str. relaxatum.
 g, str. granul. inferius.
 m, str. dentatum.
 m₁, str. cylindricum mit Pigmentzellen.
 l, limitans superius.
- Fig. 7. Zellen des stratum granulosum superius (a₁₁₁ in Fig. 6).
- Fig. 8. Flächenansicht einer Oberschenkel-Schuppe von Lacerta viridis mit der Drüsenmündung.
- Fig. 9. Gesichtshaut von Lacerta viridis, Nervenendigungen im Rete Malpighii.
- Fig. 10. Epitrichialschicht von dem abhängigen Theile einer Python-Schuppe.

- Fig. 11. A. Sehne von *Tropidonotus* mit Einschnürung und kleinen Zellen.
B, mit einer grossen und mehreren kleinen Zellen.
- Fig. 12. Netz eigenthümlicher Fasern an der Oberfläche einer Oberschenkel-drüse von *Lacerta*.
- Fig. 13. Durchschnitt einer dorsalen Schuppe von *Tropidonotus*; a. Cutisvor-sprung, welcher die Crista bedingt.
- Fig. 14. Zelle des stratum epidermidis relaxatum von *Python*.
- Fig. 15. Rete Malpighii des Unterkiefers von *Tropidonotus*; blasige Zellen, Zellen mit 2 Kernen.
- Fig. 16. Invagination an den Mundschuppen von *Lacerta*.
g, str. granulosum.
p, Pigmentzellen.
m, Rete Malpighii.
l, limit. infer.
s, tela subcut.
- Fig. 17. Fixe Bindegewebszelle aus dem stratum lim. sup. von *Tropidonotus*.
- Fig. 18. Durchschnitt der Haut von *Anguis fragilis* (Dorsalregion).
o, Zwischenraum zweier Hautknochen.
l, limitans inferius.
k, Knochen.
w, Knochenkanäle für den Durchtritt von Bindegewebe und Blutge-fässen.
-

Beiträge zur Kenntniss der Lymphbahnen des Central-Nervensystems.

Nach Untersuchungen von Dr. Fr. Fischer mitgetheilt

von

Professor **Waldeyer.**

Obgleich bereits vier Jahre seit dem Erscheinen des umfangreichen Werkes von Axel Key und Gustav Retzius: Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes, I. Stockholm 1875, fol., verflossen sind, scheint sich bis jetzt doch Niemand mit einer ernstlichen Prüfung der darin niedergelegten Resultate befasst zu haben, ungeachtet dieselben zum Theil sehr wichtig und einzelne derselben geradezu auffallend sind. Mir ist wenigstens nur eine kurze Notiz aus der „Revue mensuelle de Médecine et chirurgie, fondée par Chareot, etc. vom 10. Juni 1878 bekannt geworden, worin Marc Sée die Communication der subarachnoidalen Räume mit den Hirnventrikeln nach eigenen Versuchen bestätigt.

Freilich erfordert eine eingehende Prüfung der Angaben der schwedischen Forscher eine nicht geringe Anzahl frischer Leichen verschiedenen Alters; da jedoch an solchen die Strassburger anatomische Anstalt keinen Mangel hat, so schien mir die Vornahme der betreffenden Arbeit Aussicht auf befriedigende Ergebnisse zu haben und veranlasste ich deshalb Herrn Dr. Fr. Fischer (Köln), z. Z. zweiten Assistenten des Institutes, sich mit der Sache zu befassen.

Dr. Fischer hat die Resultate seiner zahlreichen Injectionen (etwa 60 Leichen von Menschen und Thieren wurden dazu verwendet) in seiner im vergangenen Sommer bei P. Neusser in Bonn gedruckten Inaugural-Dissertation niedergelegt und mit einigen

Abbildungen begleitet. Bei der Wichtigkeit der Sache glaube ich den Fachgenossen einen Dienst zu erweisen, wenn ich die in der Dissertationsform schwer zugängliche Abhandlung ihrem wesentlichen Inhalte nach auch hier zur Kenntniss bringe.

Fassen wir zunächst kurz die wichtigsten Ergebnisse der schwedischen Autoren zusammen, so dürften sich dieselben etwa in nachstehenden Sätzen formuliren lassen: 1) Zwischen dem subduralen und subarachnoidalen Lymphraume des Hirn-Rückenmarkes besteht keine unmittelbare, directe Communication. 2) Ein sogenannter *Canalis Bichati*, welcher den Subduralraum mit dem dritten Hirnventrikel verbinden soll, existirt nicht. Dagegen sind 3) Die *foramina Magendii* und *lateralia ventriculi quarti*, wodurch die Ventrikelflüssigkeit mit dem Subarachnoidalraume communicirt, normale und regelmässig vorkommende Bildungen. Demnach communiciren die Hirnventrikel nur mit dem Subarachnoidal-, nicht mit dem Subduralraume. 4) Die sogenannten *Pachionischen Granulationen* oder *Arachnoidealzotten* sind ebenfalls normale Bildungen und dienen dem Abflusse der Lymphe in die *Sinus durae matris*. Sie vermitteln sowohl den Abfluss aus dem Subduralraume, wie auch aus dem Subarachnoidealraume in verschiedene Hirnsinus, besonders aber in den *Sinus longitudinalis superior* und dessen *Recessus laterales*, wie *Axel Key* und *Retzius* seitliche Ausbuchtungen dieses Sinus, in welchen sich gewöhnlich die meisten Zotten vorfinden, genannt haben. Da nun aus beiden Lymphräumen durch die Zotten ein Abfluss in die *Sinus* stattfindet, so bilden diese Zotten, oder vielmehr die *Sinus*, eine indirecte Communication zwischen den genannten Lymphräumen, während, wie bemerkt, eine directe Verbindung fehlt. 5) Eine weitere indirecte Verbindung wird durch die Lymphgefäße der Nasenschleimhaut hergestellt, welche sich sowohl vom Subduralraume, wie auch vom Subarachnoidealraume aus füllen lassen. Wir wollen hier auf die Verbindungen der Lymphräume des Centralnervensystems mit dem inneren Ohre, dem *Bulbus*, und den peripheren Nervenstämmen, von denen die schwedischen Forscher ebenfalls ausführlich handeln, nicht eingehen, da einerseits *Fischer* hierüber nicht zu so allseitig befriedigenden Ergebnissen kam, andererseits *Axel Key* und *Retzius* selbst ihre Forschungen bezüglich dieser Dinge bereits in diesem Archiv früher mitgetheilt haben. Bd. IX, pg. 308 sqq.

An diese Hauptergebnisse schliessen sich Untersuchungen über den Bau der Dura mater und der Arachnoidealzotten an, welche Fischer ebenfalls geprüft hat, und welche in ihrem bemerkenswerthesten Resultate hier ebenfalls ihren Platz finden sollen.

Ich bemerke zunächst über das Untersuchungsverfahren, dass es sich in allen wesentlichen Dingen dem von Axel Key und Retzius geübten anschloss. Als Injectionsflüssigkeit wurden blaue und gelbe Leimmassen benutzt; für die blaue Färbung wurde lösliches Berliner Blau, für die gelbe das Hoyer'sche Transparentgelb verwendet. Der Subarachnoidealraum wurde vom Rückenmarkskanale aus, der Subduralraum vom Schädel aus gefüllt. Es ist nicht schwierig, isolirt den Subarachnoidealraum zu injiciren, da bei vorsichtiger Eröffnung des spinalen Duralsackes sich die Arachnoidea hernienartig in die Oeffnung hineindrängt und man nun leicht und sicher eine passend geschärfte Glascanüle in den Arachnoidealsack einschieben kann. Mühevoller ist die Injection des Subduralraumes mit der sicheren Ueberzeugung, dass man dabei den Subarachnoidealraum nicht verletzt habe. Vom Schädelraume aus gelingt es viel leichter als vom Rückenmarkskanale her. Ausserdem empfehle ich eine Metallcanüle zu benutzen, an welcher distalwärts eine ellipsoidische kleine durchbohrte Metallplatte angebracht ist. Man trepanirt die Schädelkapsel, macht in die blossliegende Dura vorsichtig einen linearen kleinen Einschnitt und schiebt dann leicht die Canüle, mit ihrer Platte voran, wie einen Hemdenknopf in sein Knopfloch, in den Schlitz hinein. Man hat dabei ferner den Vortheil mittelst der Platte die Dura von der Arachnoidea leicht abheben, und die Canüle in der betreffenden Stellung fixiren zu können, so dass sie die Dura während der Injection trägt und jede Verletzung der Arachnoidea vermieden wird.

Als Injectionsmasse wurde ausserdem, namentlich wenn es auf die Füllung der peripheren Communicationen ankam, die von Fleischl eingeführte Lösung von Asphalt in Chloroform benutzt; wir können diese Mischung ganz besonders empfehlen.

Zunächst stellte sich bei sämtlichen gut gelungenen Injectionen, d. h. solchen, die eine vollständige Füllung erzielten, und bei denen keine Nebenverletzungen vorgekommen waren, als sicher heraus, dass der Subduralraum mit dem Subarachnoidealraum direct nicht communicirt, ferner gingen beide

Injectionsmassen, sowohl die gelbe vom Subduralraume, als auch die blaue vom Subarachnoidealraume her in die Pacchionischen Granulationen über und von diesen aus in die Blutsinus, in welche jene Granulationen hineinragten. Die Wege, auf denen in den Zotten die Injectionsmassen bis zum Sinus vorwärts drangen, wurden genau so gefunden, wie es Axel Key und Retzius dargestellt haben.

Vom Subduralraume aus gelang es ferner niemals die Hirnventrikel zu füllen, dagegen jedesmal mit grösster Leichtigkeit, sogar vom Subarachnoidealraume des Rückenmarkes aus, sämtliche Ventrikel des Gehirns mit Ausnahme des Ventriculus septi lucidi. Dass sich der letztere nicht füllte, begreift sich ohne Weiteres aus der ganz von den übrigen Ventrikeln abweichenden Entwicklung desselben. Auf diese hiermit aufs Neue nachgewiesene Communication der ächten Hirnventrikel mit dem Subarachnoidealraume möchte ich um so mehr Gewicht legen, als noch in neuester Zeit unter Anderen Kölliker, Entwicklungsgeschichte, II. Theil 2. Aufl., Zweifel darüber geäussert hat. Stets vollzog sich der Uebergang der Injektionsmasse von den Subarachnoidealräumen zu den Hirnventrikeln durch das Foramen Magendii und durch beide Aperturæ laterales, conform der Angabe von Axel Key und Retzius, so dass ich entschieden für den normalen Bestand dieser viel bestrittenen Oeffnungen eintreten muss. Wir fanden diese Communication schon bei 6—7 monatlichen Früchten.

Der Subduralraum communicirt aber noch auf einem anderen Wege mit den Blutgefässen der Dura mater, als durch die Zotten und die Sinus, und muss ich in dieser Beziehung die Angaben der schwedischen Autoren berichtigen und ergänzen. Wir fanden nämlich stets nach Injection des Subduralraumes, dass die Masse, namentlich in der Nähe des Sinus longitudinalis superior, fest an der Innenfläche der Dura adhärirte. Diese Partien der Dura zeigen bekanntlich stets das von Axel Key und Retzius als „cribrif“ beschriebene Aussehen. Macht man senkrechte Durchschnitte durch solche Stellen, so sieht man, wie von Strecke zu Strecke die Injektionsmasse durch kleine schmale Wege in die Substanz der Dura mater eingedrungen ist. In der Dura findet man sie dann einmal in kleinen sternförmigen Lücken, dann in grösseren spaltförmigen Räumen, dann überall in den Venen. Man kann diesen regelmässigen Befund kaum anders deuten, als dass die Injections-

masse durch die innere Endothelbekleidung der Dura hindurch in deren Saftlückensystem eindringt, welches seinerseits mit dem venösen Apparate der Membran communicirt. Es stimmen somit diese Erfahrungen mit den älteren von R. Böhm (Virchow's Arch. 47 Bd.) überein und würden wir zwei Communicationsbahnen zwischen Subduralraum und den Sinus der Dura anzunehmen haben, die eine durch die Arachnoidealzotten, die zweite durch das Saftkanalsystem und die kleineren Venen der Dura.

Schliesslich sei noch bemerkt, dass es uns auch gelungen ist, die Lymphgefässe der menschlichen Nasenschleimhaut von den grossen lymphatischen Räumen der Hirnhäute aus vollständig zu füllen, was Axel Key und Retzius nicht beobachtet haben; ihnen war bislang diese Injection nur bei Thieren geglückt.

Während diese Erfahrungen die schönen Resultate der Stockholmer Autoren vollauf bestätigen und in einigen Punkten ergänzen, habe ich noch von anderen Injectionsversuchen zu berichten, welche zu erweisen scheinen, dass auch der Epiduralraum des Rückenmarkes, d. h. der Raum, welcher zwischen Dura mater spinalis und Wirbelcanalwand liegt, als ein lymphatischer angesprochen werden kann. Wir vollzogen die Injectionen ($\frac{1}{4}$ pCt. Silberlösung) mittelst einer Schraubencanüle, d. h. einer Stahlcanüle in Gestalt einer hohlen Schraube, welche einfach durch einen Wirbelknochen neben dem Proc. spinosus hindurchgebohrt wurde; das Lumen war während der Bohrung durch einen Stift geschlossen. Nach vollführter Bohrung wurde letzterer entfernt und der Gummischlauch des Injectionsgefässes aufgezogen.

Es zeigte sich bei der Injection stets ein ungemein leichtes Vordringen der Flüssigkeit in die serösen Körperhöhlen, d. h. Pleura- und Peritonealhöhle, ferner längs der austretenden spinalen Nervenstämmen; dagegen dringt die Masse niemals bis in die Schädelhöhle vor, was sich ja auch aus dem anatomischen Verhalten der Dura mater cerebri und spinalis ohne weiteres erklärt.

Ueber die Endigungsweise der sensiblen Nerven.

Nach Untersuchungen von Dr. V. Izquierdo mitgetheilt

von

Professor **Waldeyer.**

Seit der Monographie W. Krause's über die terminalen Körperchen der einfach sensiblen Nerven und der Darstellung desselben Autors in seinem Lehrbuche der „allgemeinen Anatomie“ ist eine zusammenhängende und umfassende Bearbeitung aller Endigungsweisen sensibler Nerven nicht mehr versucht worden; dagegen hat sich die Zahl der Detailbeobachtungen fast ins Unabsehbare aufgehäuft; die Referate über das in der Anatomie des Nervensystems Geleistete nehmen Jahr für Jahr den breitesten Platz in den Jahresberichten ein und unter den hier einschlägigen Untersuchungen finden sich stets die über Nervenendigungen in ansehnlicher Zahl.

Im verflossenen Jahre veranlasste ich einen meiner fähigsten Laboranten, Herrn Dr. V. Izquierdo aus Santiago (Chile), sich in dieses Capitel hineinzuarbeiten, um, womöglich, über einen oder den anderen Punkt der noch zahlreich hier bestehenden Differenzen Entscheid und Aufklärung zu erzielen. Dr. Izquierdo hat seine Untersuchungen ausgedehnt auf die Endigung der Nerven in der Hornhaut, in den Grandry'schen Körperchen, in den sog. Endkolben der Genitalien und in den Pacinischen Körperchen. Diese Auswahl geschah unter Berücksichtigung der Thatsache, dass wir bei den sensiblen Nervenendigungen es vornehmlich mit zwei verschiedenen Endigungsformen zu thun haben. So weit wir bis jetzt wissen, endigen nämlich die Nerven entweder einfach in oder zwischen den sonstigen Gewebeelementen, oder sie enden mittelst

besonderer Vorrichtungen, die wir nach W. Krause's Vorgang als „Terminalkörperchen“ bezeichnen. Wir werden später sehen, dass diese Eintheilung zweckmässiger durch eine den physiologischen und auch morphologischen Principien mehr entsprechende zu ersetzen ist.

Die Hornhaut wurde als der günstigste Boden für die erstere einfache Form der Endigung gewählt; für die zweite Form schien es erforderlich, um zu Vergleichen gelangen zu können, mehrere Arten der bis jetzt beschriebenen Terminalkörperchen der Untersuchung zu unterwerfen.

Um bei der grossen Zahl der vorhandenen Detailangaben die leitenden Gesichtspuncte nicht zu verlieren und das allgemein anatomisch Wichtige festzuhalten, möchte ich zuvörderst, ehe ich die Resultate Izquierdo's mittheile, die vorhandenen Angaben über sensible Nervenendigungen kurz zusammenstellen und die sich ergebenden generellen Resultate hervorheben.

Nachdem früher fast nur die in der Haut sich verbreitenden Nerven als sensible angesehen wurden und bekannt waren, hat die neuere Zeit, insbesondere seit uns durch Max Schultze in der Ueberosmiumsäure und durch Cohnheim im Goldchlorid zwei souveräne Nervenreagentien dargeboten wurden, begonnen, Nerven die man vor der Hand wohl nur als sensible deuten kann, fast in allen Organen und Geweben des Körpers aufzudecken. Leider ist es uns bis jetzt unmöglich in allen Fällen anatomisch die Diagnose zu stellen, ob eine aufgefundene Nervenverzweigung bezw. Endigung eine sensible sei oder nicht. Steht doch selbst der Begriff eines „sensiblen“ Nerven überhaupt nicht fest. Wir werden uns hier nach dem Herkommen richten und unter „sensiblen“ Nerven alle diejenigen verstehen, deren Leistung in der Uebermittlung und Fortleitung von peripheren Zuständen oder Eindrücken besteht, welche nicht zu einer der sogenannten höheren Sinnesempfindungsweisen: der Gesichts-, Gehörs-, Geruchs- und Geschmacksempfindung, führen. Positiv gefasst, fallen nach dieser Ausschliessung das ganze Heer der sog. Allgemeingefühle nebst den Tast- und Temperatur-Empfindungen den sensiblen Nerven anheim. Wir müssen alle diejenigen Nerven hierher rechnen, welche unserm Centralorgan Nachricht von den Zuständen der Spannung, Dehnung etc. der mechanischen Apparate sowie des Gefässsystems unseres Körpers geben, welche ferner die centripe-

tale Verbindung zwischen den drüsigen Apparaten und dem centralen Nervensystem herstellen und in den grossen Reflexapparat des Organismus als ein Hauptfactor eingreifen. Wie man sieht, ein grosser Bereich, für den es erst noch gilt die genaueren anatomischen und physiologischen Grenzen und Abtheilungen zu schaffen.

Nennen wir die Summe aller in Diensten dieser verschiedenen Functionen stehenden Nerven und Nervenenden „sensibele“, so sind ihnen physiologisch offenbar die „sensorischen“ Nerven und Endigungen am nächsten verwandt; wir verstehen unter den letzteren bekanntlich die Nerven der vier höheren eben genannten Sinnesorgane, von denen drei sich scharf abgrenzen lassen, während das sensorische und sensible Gebiet des Glossopharyngeus nicht bestimmt auseinander zu halten ist.

Mit Sicherheit sind auch anatomisch die motorischen Nervenendigungen in den quergestreiften Muskeln von den sensiblen abzutrennen, seit man in neuerer Zeit besondere Nerven in den Muskeln und Sehnen kennen gelernt hat, welche kaum einer andern als einer centripetalen Leitung dienen können. Nicht so günstig steht es um die glatte Muskulatur, denn wir sind hier noch ausser Stande anatomisch die sensiblen von den motorischen Nervenenden zu scheiden.

Ganz unsicher ist ferner noch die anatomische Bestimmung der Grenze der vierten Nervenabtheilung, der secretorischen und der vielumstrittenen fünften, der trophischen, gegen die sensibelen. Wenn wir einen Nerven in gewissen Gewebszellen oder in Drüsenzellen oder zwischen solchen sein Ende finden sehen, so ist es uns nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse unmöglich zu sagen, ob wir es mit einem secretorischen, trophischen oder sensibelen Nerven zu thun haben. Um also nicht in Willkürlichkeiten zu verfallen, müssen wir hier die anatomischen Grenzen noch weiter ziehen, als die physiologischen und zu dem hier zu besprechenden Gebiete noch alle diejenigen Nervenendigungen hinzuzählen, welche möglicherweise auch als trophische oder secretorische aufzufassen wären.

In diesem grossen Gebiete sind nun bislang von den verschiedenen Autoren nachstehende Nervenendigungsweisen thatsächlich beschrieben worden:

- 1) Freies Auslaufen der Nervenfäden in eine Spitze, oder

einfaches Auslaufen in ein Ende, wie das Ende eines abgeschnittenen Fadens. Dabei kann dieses Ende entweder frei über das Niveau einer Körperfläche hinausragen, oder innerhalb der Gewebegrundsubstanz oder Kittsubstanz liegen, zwischen den zelligen oder fasrigen Bestandtheilen ohne mit einem dieser in Verbindung zu treten: **Einfache freie Endigung.**

Als Beispiele freier Enden markloser Nerven ohne Endknöpfchen seien hier nur erwähnt die von Morano (Arch. f. Ophth. von v. Graefe 17. Bd. Abth. II, 1872) beschriebenen Endigungen der Conjunctival-Nerven, und die Endigungen der Nerven in den Sehnen, wie sie neuerdings von te Gempt (Ein Beitrag zur Lehre von den Nervenendigungen im Bindegewebe, Dissert. inaug., Kiel, 1877) geschildert worden sind.

Freie Enden markhaltiger Nervenfasern will Engel in der *Conjunctiva bulbi* gesehen haben (Zeitschrift d. Gesellsch. d. Aerzte in Wien 1847 Heft 5.)

Offenbar sind aber auch hier noch mehrere Modificationen zu unterscheiden und mehrere Punkte bei der Constatirung solcher Nervenendigungen zu beachten. Zunächst kommt es darauf an, ob bei dieser Endigung der Nerv noch irgend eine Hülle besitzt, oder ob er als blanker, nackter Axencylinder endigt, höchstens von der sog. Axencylinderscheide umgeben. Fernerhin ist als ein zu prüfender Umstand vielleicht nicht ohne Werth, ob das freie Ende einen ganzen Axencylinder repräsentirt, wie er als Axencylinder in einer hinteren Nervenwurzelfaser oder einer äquivalenten Hirnnervenfasern enthalten war, oder nur das Theilstück eines solchen, eine sogenannte „Axenfibrille“. Die Frage ist zu beantworten, ob überhaupt freie Endigungen ganzer sensibler Axencylinder vorkommen?

2) Freies Auslaufen in ein Endknöpfchen (*bouton terminal*): Knopfförmige freie Endigung.

Hierbei kommen dieselben Modificationen in Betracht wie für Nro. 1.

Beispiele für diese Form der Nervenendigung sind in der Literatur reichlich verzeichnet. Hier sei nur an die bahnbrechenden Arbeiten von Hoyer und Cohnheim, s. *Centralbl. f. d. medic. Wissensch.* 1866, und Virchow's *Arch.* 38. Bd. 1867, erinnert, wo zum ersten Male diese Art der Nervenendigung im Epithel, und zwar im Epithel der Hornhaut, nachgewiesen wurde; die Enden sollten nach Cohnheim über das Niveau der Hornhaut hervorragen. Kölliker, *Sitzgsber. der med. Ges. zu Würzburg*, 30. Juni 1866, Hoyer, dieses *Arch.* 9. Bd. p. 220, W. Krause, *allgemeine Anatomie* 1876, u. A. bestätigten im Wesentlichen diese Angaben für die Hornhaut, v. Mojsisovics für die Haut-

der Säugethiere, s. Wiener akad. Sitzungsber. 71. Bd. 1875. — Erwähnt sei hier noch, dass nach Bonnet, Morphol. Jahrb. IV. p. 329, in den Haarbälgen, welche mit Schwellkörpern versehen sind, die Nerven mit blasigen Endknöpfen endigen, während sie bei den übrigen, schwellkörperlosen Haaren an der Glashaut einfach frei auslaufen.

3) **Endschlingen** (*Ansaes terminales*). Was darunter zu verstehen sei, ist allbekannt, so dass von einer genaueren Definition Umgang genommen werden kann.

Die Existenz von Endschlingen ist eine reine Hypothese, die durch kein anatomisches oder physiologisches Faktum gut gestützt ist, wenngleich wir uns nicht verhehlen wollen, dass durch die Annahme der folgenden Kategorie, der „terminalen Netze“, die Endschlingen in einer modificirten Form wieder hergestellt werden.

4) **Terminale Netze** (*Retia terminalia*). Ich halte es nicht für überflüssig zu bemerken, dass man streng zwischen Netz und Plexus unterscheiden muss, und schliesse ich mich der Definition Hoyers an, wie sie derselbe bei Gelegenheit seiner Untersuchungen über die Endigung der Cornealnerven l. c. gegeben hat. Wir würden unter einem Plexus nur eine Durchflechtung verschiedener Nervenfasern verstehen, ohne dass dieselben mit einander in eine anastomotische Verbindung treten, während bei der Netzbildung das Letztere der Fall ist. Demnach ist ein im strengen Wortsinne terminaler Plexus undenkbar, wohl aber ein derartiges Netz. Auch hierbei wäre wieder zu unterscheiden, ob die Elemente des Endnetzes nackten Axenfibrillen oder Axencylindern entsprechen, oder ob sie noch irgend eine Hülle besitzen.

Für die Existenz wirklich terminaler Netze treten ebenfalls zahlreiche Autoren ein. So J. Arnold (Die Bindehaut der Hornhaut und der Greisenbogen, Heidelberg 1860) in der Conjunctiva, Waldeyer (Graefe-Saemisch Handbuch der gesammten Augenheilk.) und E. Klein, (Quarterl. Journ. of mikr. Sc. Octob. 1871. p. 405) im Epithel der Cornea; neuerdings Jantschitz (Verhandl. der Russischen Naturforscher-Vers. für 1876 in Warschau) an verschiedenen Stellen der äusseren Haut, de Gempt, l. c. im Peritoneum, Arnstein, (Sitzungsber. d. Wiener Akademie 1876. III. Abth. Octoberheft) für die äussere Haut der Mäuse u. A.

5) **Endigung in oder mit einer Zelle**. Bei dieser Form der Endigung, welche in einen gewissen Gegensatz mit den vorher aufgezählten Endigungsweisen tritt, lassen sich offenbar wieder mehrere Unterabtheilungen auseinanderhalten. Die Endigung kann zunächst stattfinden **in** einer Zelle, d. h., das Nerven-

ende liegt im Innern einer Zelle, ohne aber mit der Zellsubstanz selbst zu verschmelzen. Die Zelle erscheint in einem solchen Falle mehr als eine Art Gehäuse für das im Inneren derselben deutlich als solches erkennbare Nervenende. So beschreibt es z. B. Letzerich (Virchow's Arch. 42. Bd. 1868) von den Nervenenden in den Samenkanälchen. Dann aber kann der Nerv mit einer Zelle endigen, d. h. mit der Zelle verschmelzen, derart, dass seine Substanz in die Zellsubstanz continuirlich und ohne Grenze übergeht. In diesem Falle würde man die Zellen als terminale Ganglienzellen bezeichnen können.

Diese Form der Nervenendigung ist in neuerer Zeit ganz besonders häufig beschrieben worden. Wenn wir von den Angaben Ditlevsens, s. u., Merkels, s. u. Langerhans', s. u. und Virchows Arch. 44 Bd. absehen, so ist besonders Kühne, (Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität, Leipzig 1864) zu nennen, welcher die Nerven der Hornhaut in den Hornhautzellen in dieser Weise enden lässt. Auch Jantschitz, l. c. behauptet dasselbe für die Nerven der Oberhaut.

Weiterhin können nun beide Endigungsweisen, wie sie eben für das Zellprotoplasma angenommen wurden, auch für den Kern und für das Kernkörperchen gelten, wenn man auch für letzteres wohl nur von einer Endigung mit dem Nucleolus wird sprechen können. Zahlreiche Angaben liegen grade über die Endigungsweise sensibler Nerven im Kernkörperchen vor.

So unter Anderen von Hensen in den Kernkörperchen der Epithelzellen des Froschlaryschwanzes (dies. Arch. IV. 1868 p. 111), von Lipmann für die Hornhautzellen und die Endothelzellen der membrana Descemetii (Virchow's Archiv 48 Bd. p. 218). Endigung im Kern (und auch im Kernkörperchen) von Hornhautzellen beschreibt Lavdowsky (dies. Archiv VIII. p. 538).

Endlich müssen wir noch nach dem Character der Zellen hier Unterabtheilungen machen: es können nämlich die Nerven sowohl in epithelialen und Drüsenzellen, als in bindegewebigen und in Muskelzellen endigen, und wir dürfen gewiss auch eine ganze Klasse der hierhergehörigen Endzellen, wie vorhin schon bemerkt, als terminale Ganglienzellen bezeichnen.

Als Beispiele der Endigung in Drüsenzellen möge an die bekannten Angaben Pflüger's, s. Artikel „Speicheldrüsen“ in Stricker's Handbuch der Gewebelehre, erinnert werden.

Möge es nicht befremden, hier bei der Besprechung sensibler Nervenenden, Endigungen in Muskelzellen aufgezählt zu finden, denn es ist sehr wohl möglich, dass ein Nerv, der sich mit einer

Muskelzelle verbindet, kein motorischer, sondern ein sensibeler, centripetal leitender sei. Namentlich dürfte, wie bemerkt, bei den glatten Muskelfasern der Entscheid hier schwierig sein.

Ich will nicht verfehlen noch auf eine andere Schwierigkeit aufmerksam zu machen, die uns bei der sub Nr. 5 rubricirten Endigungsform entgegentritt. Wir besitzen nämlich, wie vorhin bereits angedeutet, kein anatomisches Kriterium, um aussagen zu können, wenn wir einen Nerven cellulär endigen sehen, dieser Nerv sei ein sensibler, oder, um den Begriff weiter zu fassen, er leite centripetal. Er kann, da wir ja den Zellen Motilität als allgemeine Eigenschaft zusprechen, auch centrifugal leiten, und, wenn wir von trophischen oder secretorischen Nerven sprechen, die jedenfalls hier in Frage kommen, so liegt für diese eine centrifugale Leitung ebenfalls vor.

6) Endigung in besonderen Apparaten. Seit Vater in Wittenberg und später Pacini, die gewöhnlich nach dem Letzteren benannten Körperchen entdeckt haben, ist die Aufmerksamkeit der Anatomen besonders auf bestimmte nervöse Endorgane gerichtet worden. Als solche müssen ausser den Pacini'schen Körperchen, die Meissner'schen Tastkörperchen, die Krause'schen Endkolben, die Genitalnervenkörperchen, Gelenknervenkörperchen und Endkapseln desselben Autors, sowie die Grandry'schen und Inzani'schen Körperchen, endlich die Sachs'schen, Rollett'schen und Golgi'schen Sehnenkörperchen genannt werden. Dass diese Schar von Nervenendkörperchen dem Gebiete der sensiblen Nervenendigungen zugerechnet werden müsse, darüber kann wohl kein Zweifel bestehen. Die anatomische Untersuchung der in Rede stehenden Endorgane lässt übrigens eine vereinfachte Eintheilung derselben zu und zwar in zwei Typen, wenn wir von den noch unsicheren Inzani'schen Körperchen absehen. — Der eine Typus ist repräsentirt durch die Pacini'schen Körperchen. Es gehören hierher noch die sogenannten cylindrischen Endkolben der Conjunctiva des Rindes, Schafes, Schweines, Pferdes u. s. w. und die „Endkapseln“, „Herbst'schen Körperchen“ und „Tastkolben“ W. Krause's, deren Bau in allem Wesentlichen dem der Pacini'schen Körperchen gleichkommt. Dem zweiten Typus folgen die Grandry'schen Körperchen als einfachste Form und die Meissner'schen Tastkörperchen, vielleicht gehören auch die Endkolben der Conjunctiva des Menschen und der

Affen, der Lippen, Zunge u. s. w., und die von W. Krause mit einem besonderen Namen ausgezeichneten Gelenk- und Genitalnervenkörperchen hierher. Indessen ist, wie wir weiter unten sehen werden, ein sicherer Entscheid darüber heute noch nicht möglich. Was die Inzani'schen Körperchen anlangt, so ist deren Existenz bislang noch eine zweifelhafte, so dass es gestattet sein mag, dieselben hier vorläufig unberücksichtigt zu lassen.

Anders steht es mit den Sehnenendkörperchen, wie sie in neuester Zeit von Sachs, Rollett und Golgi beschrieben worden sind. Dieselben gehören unzweifelhaft zu den durch die Pacini'schen Körperchen repräsentirten Terminal-Apparaten, in denen die Nerven frei auslaufen.

Der erste Typus, der der Pacini'schen Körperchen, den wir wohl am einfachsten in den von W. Krause sogenannten cylindrischen Endkolben mancher Säugethiere repräsentirt finden, hat als charakteristische anatomische Eigenthümlichkeit die Endigung einer Nervenfasers innerhalb einer länglich-cylindrisch geformten granulirten Masse (Innenkolben) frei auslaufend oder mit einer im Allgemeinen knopfförmig gestalteten Anschwellung. Der Innenkolben ist dann noch von diversen Hüllen in mehr oder weniger complicirter Weise umgeben und letztere Varietäten bedingen die verschiedenen Formen dieser Terminalkörperchen, die man geglaubt hat unterscheiden zu müssen.

Der zweite Typus, den wir am klarsten und einfachsten durch die Grandry'schen Körperchen vertreten finden, kennzeichnet sich dadurch, dass der Nerv, gewöhnlich in mehrere Endäste getheilt, in dem Endkörperchen sich verbreitet; letzteres selbst besteht aus einer grösseren oder geringeren Anzahl von Zellen, die meist noch mit einer Hülle umgeben sind. Das Wesentliche ist nun, dass die Endäste der Nerven zwischen oder, wie Einige (Merkel für die Grandry'schen Körperchen, Waldeyer für die Endkolben der Conjunctiva) behaupten, in den genannten Zellen ihr Ende finden. Wo wir eine genauere Kenntniss dieses Endes haben, stellt es sich dar als eine platte Scheibe — Tastscheibe —, in welcher ein Nerven-Endast übergeht und welche zwischen je zwei Zellen des Körperchens gelegen ist. Wenn wir annehmen, wozu ich mich wenigstens hinneige, dass die Tastscheibe einer modificirten Zelle entspricht, so würden wir in letz-

ter Instanz in diesen Gebilden des zweiten Typus eine Endigung in Zellen wiederfinden. Merkel glaubt, die celluläre Endigung der Nerven hier in der Weise annehmen zu sollen, dass die Tast-scheibe mit einer der benachbarten Zellen verschmelze.

Wir kommen später noch auf diese Frage zurück.

Kurz sei hier erwähnt, dass die von Inzani (*Recherches sur la terminaison des nerfs dans les muqueuses des sinus frontaux et maxillaires*, traduit par L. Jullien. Lyon médical, 1872, Nr. 10) beschriebene Weise der Nervenendigungen in Folgendem besteht: Blasse aus wiederholter Theilung markhaltiger Nervenfasern hervorgegangene Fasern treten in birn- oder glockenförmige Kapseln ein, wo sie mit einer knopfförmigen Anschwellung versehen sind. Von dieser Anschwellung gehen aber wieder feinste Nervenfibrillen aus, welche die Kapsel verlassen und sich in dem umgebenden Gewebe verbreiten, um erst dort zwischen den diversen Gewebeelementen mit ganz kleinen Knöpfchen zu endigen. Inzani, dem Jullien beistimmt, hält diese Endigungsweise in den Schleimhäuten, in den Nieren und im Peritoneum so wie an andern Lokalitäten für eine häufig vorkommende. Eine Bestätigung von anderer Seite haben diese Angaben bis jetzt nicht gefunden.

Eigenthümlich erscheinen, nach den bis jetzt darüber vorliegenden Angaben, auch die Sehnennervenkörperchen, oder die „Nervenschollen“ Rollett's zu sein. Nach der Darstellung des Letzteren zerfallen in den Sehnen markhaltige Nervenfasern büschelförmig in mehrere kurze Endzweige, welche, einfach zugespitzt, innerhalb einer kernhaltigen Substanz, der „Endscholle“, die einer motorischen Endplatte ähnlich ist, endigen. (Rollett in Wiener akad. Sitzungsber. III. Abth. Bd. 73 1876.) — Sachs, (s. Reicherts und Du Bois-Reymonds Arch. 1875), hatte ähnliche Bildungen ebenfalls beschrieben und fügt hinzu, dass die Sehnennerven mitunter auch in Endkolbenähnlichen Körperchen mit einer bläschenförmigen Anschwellung enden. Solche Endkolben in den Sehnen bestätigt auch neuerdings Golgi (*Rendiconti del reale istit. lombardo*, fasc. IX, p. 445, 1878), fügt aber noch die Schilderung einer besonderen Endigungsweise hinzu, die in Folgendem besteht. Ungemein lange (300—800 μ) aus kernhaltigem, fibrillärem Bindegewebe bestehende Körper erstrecken sich der Länge nach zwischen den Sehnenbündeln hin vom Muskelende beginnend. In diese Körper treten einige markhaltige Nervenfasern ein und verzweigen sich gegen besondere kleine Haufen körniger Substanz hin, welche an der Peripherie der grossen Körper gelegen sind; Verfasser meint, dass in diesen Haufen körniger Substanz die Nerven mit marklosen Terminalnetzen endigen.

Es hat nicht an Versuchen gefehlt, die zahlreichen bekannt gewordenen Nervenendigungsarten unter einzelne wenige Grundformen zu vertheilen, sie womöglich von einer einzigen Urform abzuleiten. W. Krause, in seinem inhaltreichen Handbuche der allgemeinen Anatomie, sieht in den cylindrischen Endkolben die

Grundform für alle terminalen Körperchen, von der aus sich nach der einen Seite hin die Pacini'schen Körperchen mit ihren Verwandten, nach der anderen die Tastkörperchen, runden Endkolben u. s. w. entwickelt hätten. Mit dieser Anschauung sind die über die Tastkörperchen und Grandry'schen Körperchen seit Langerhans, Merkel, Ranvier, Hesse und Izquierdo s. w. u. gewonnenen Erfahrungen unvereinbar, insofern die Endigungsweise der Nerven in beiderlei Endapparaten doch wesentlich differirt.

In noch mehr radicaler Weise versucht Ditlevsen neuerdings sämtliche sensible Nerven unter einen Hut zu bringen. (Foelenervernes Endelse hos Mennesket og Hvirveldyret. Nord. med. Arkiv VIII, p. 11. Eingehendes Referat vom Verf. selbst in Virchow-Hirsch's Jahresbericht f. 1876. p. 61.) Er hält nämlich die Existenz freier Nervenenden für unerwiesen, sieht die terminalen Netze als irrthümlich an, und lässt als einzige Endigungsweise die celluläre gelten. Was die Pacini'schen Körperchen anlangt, so meint er bei denen der Vögel z. Thl. einen zelligen Bau des Innenkolbens nachgewiesen zu haben, und wirft für die der Säugethiere die Frage auf, ob dieselben überhaupt als Endkörper von Gefühlsnerven zu betrachten seien. Auch findet er die Oberhautnerven vom Frosch sämmtlich in Zellen übergehen, welche dicht unter der oberen Hornschicht lagern.

Langerhans (Zur Anatomie d. *Amphioxus lanceolatus*, dies. Arch. Bd. 12) hat sich bereits früher, wenn auch weniger bestimmt, in ähnlicher Weise ausgesprochen. Ausgehend von der durch ihn festgestellten Thatsache, dass alle Hautnerven des *Amphioxus* in einfachen geisselführenden Epithelzellen der Oberhaut enden (Fühlzellen Langerhans), dass man nirgends daselbst terminale Plexus oder Netze finde, scheint er diese Endigungsweise als die Grundform bei den Wirbelthieren anzusehen, von der sich auch die sogenannten freien Enden ableiten liessen, die er vermuthungsweise, wie z. B. in der Cornea, als reducirte celluläre Enden auffasst p. 306.

Fr. Merkel, d. Arch. Bd. 11, nimmt wieder zwei Kategorien von sensiblen Nervenenden (in der Haut) an, die celluläre, welche er für die den Tastnerven eigenthümliche erklärt und die freie mit knopfförmigen Anschwellungen, letztere möchte er als Enden der Temperatur-Nerven ansehen.

Ich glaube nicht, dass man nach unseren heutigen Kenntnissen im Stande ist alle sensiblen, geschweige denn alle centripe-

talleitenden Nervenenden auf eine einzige, und zwar eine celluläre Grundform zurückzubringen. Man müsste etwa sonst ins Feld führen wollen, dass sich ja die peripheren Nervenfasern aus auswachsenden und mit einander verschmelzenden Zellen entwickelten. So weit ich sehe, kommen wir mit Merkel auf einen Dualismus hinaus, wenn wir den zur Zeit noch gut gestützten Angaben der Forscher Rechnung tragen und dürfen sogar dabei den Begriff der sensibeln Nerven so weit fassen, wie es hier geschehen ist. Doch möchte ich aber keineswegs dahin verstanden werden, als ob ich mit Merkel die freien Enden den Temperaturnerven, die cellulären den Tastnerven zuschriebe.

Ich möchte vielmehr in dieser Beziehung der Auffassung Grünhagens (s. dessen treffliche Darstellung in der von ihm besorgten neuesten Auflage des Funke'schen Lehrbuches der Physiologie) zustimmen, dass die cellulären Endigungen den Empfindungen des durch E. H. Weber besonders hervorgehobenen Druck- und Temperatursinnes dienen, welche Empfindungen sich bekanntlich stets mit der Vorstellung einer bestimmten objectiven Erregungs-Ursache verknüpfen, während die frei endenden Nerven den sogenannten „Gemeingefühlen“ zufallen. Welche Rolle dabei die besondern Terminalkörper spielen, lässt sich allerdings zur Zeit nicht präcisiren.

Hatten wir unter den Nervenendigungen ohne besondere Vorrichtungen solche, die wir als freie bezeichnen mussten und Endigung mit oder in Zellen, so kehren, wie wir gesehen haben, beide Endigungsformen auch bei den Terminalkörperchen wieder. Die Pacini'schen Körperchen repräsentiren den Typus der freien Endigung, die Tastkörperchen die Endigung in Zellen, wenn wir uns der von mir hier ausgesprochenen Vermuthung anschliessen, dass die Tastscheibe eine modificirte Zelle sei. Somit könnten wir also die grosse Schaar der bisher beschriebenen sensibeln Nervenendigungen eintheilen in freie und celluläre. Jede dieser beiden Hauptendigungsweisen wäre nun entweder eine einfache oder mit einer besonderen Vorrichtung, einem terminalen Körperchen versehen, eine corpusculäre.

Der Durchführung einer solchen einfachen Eintheilung stehen allerdings noch mehrere Umstände hindernd im Wege: das ist zunächst die Angabe vieler Forscher von der Existenz terminaler Netze, und dann die Unsicherheit, welche noch darüber besteht,

ob wir in den *disques tactiles* Ranviers wirklich celluläre Enden erblicken dürfen. Ferner bleibt noch des Genaueren zu erforschen, wie sich die Nervenendigung in den Endkolben, Genitalnervkörperchen und Gelenknervkörperchen verhält. Die weitere Forschung hat besonders auf diese Punkte Gewicht zu legen, wobei nicht verschwiegen werden soll, dass auch noch eine grosse Anzahl anderer nicht minder wichtiger Fragen auf diesem Gebiete ihrer Lösung harren.

Einige dieser Fragen hat nun Dr. Izquierdo an der Hand der neueren Untersuchungsverfahren einer Entscheidung näher zu bringen gesucht und sind es hauptsächlich folgende:

Gibt es in der That terminale Nervenetze? Welches ist die Endigungsweise der Nerven in der einen Kategorie der Terminalkörperchen, in den Tastkörperchen? welches die Endigungsweise in der zweiten Abtheilung, in den Pacini'schen Körperchen? Wie verhalten sich die Genitalnervkörperchen zu den Pacini'schen Körperchen?

Da die terminalen Netze von den meisten Autoren, welche für ihre Existenz eingetreten sind, in der Hornhaut aufgefunden worden sind, so war es natürlich, auf die Untersuchung dieser Membran zu recurriren. Izquierdo bediente sich des neuerdings von Ranvier empfohlenen Verfahrens: Einlegen der frisch abgetragenen Hornhaut in frisch ausgepressten filtrirten Citronensaft für 5 Minuten, dann 20 Minuten in eine 1% Goldchloridlösung (3 ccm. für jede Hornhaut), dann in 30 g mit zwei Tropfen Essigsäure angesäuertes Wasser, woselbst die Cornea 3—4 Tage — bis zur vollständigen Reduction — verweilt. Man wartet zweckmässig so lange, bis die Hornhaut tief dunkel geworden ist, um das Nachdunkeln der Schnitte zu vermeiden. Die Hornhaut kann dann in Alkohol gebracht und geschnitten werden. Die Hornhaut von Vögeln, besonders von Tauben und Kanarienvögeln, erwies sich als ein sehr geeignetes Object; schon v. Thanhoffer (*Virchow's Arch.* 63 Bd.) hat die Hornhaut der Vögel für diese Untersuchungen besonders empfohlen.

Die Nervenendigungsweise ist nun eine doppelte: entweder enden die feinsten nackten Axenfibrillen, in welche die Nerven schliesslich zerfallen, frei, oder im Protoplasma der Hornhautzellen. Niemals liess sich eine terminale Netzverbindung constatiren, weder innerhalb des Epithels noch im Hornhaut-

stroma. In letzterem kommen, wenn auch sparsam, frei auslaufende Endigungen vor, die Mehrzahl der Stromanerven geht indessen in derselben Weise, wie es W. Kühne beschrieben hat, in das Protoplasma von Hornhautzellen über; dagegen war eine Endigung im Kern oder im Kernkörperchen nicht zu constatiren.

Innerhalb des Epithels gibt es nur freie Nervenenden, entweder einfach auslaufend, oder mit einer kleinen Anschwellung versehen; es liess sich weder ein Netz noch ein Uebergang in Zellen constatiren.

Da ich noch vor wenigen Jahren die Existenz eines intraepithelialen Netzes vertreten, dagegen eine celluläre Endigung im Hornhautstroma geleugnet habe (l. c. Handb. der ges. Augenheilkunde v. Graefe und Saemisch), so musste es für mich besonders daran liegen, mich von der Richtigkeit der Ansichten Izquierdo's zu überzeugen. Ich kann nicht umhin, dieselben anzuerkennen. Nicht nur habe ich mich von der Verbindung der Nervenfasern mit dem Protoplasma der Hornhautzellen überzeugt, sondern ich glaube auch die Meinung von der Existenz terminaler Netze aufgeben zu müssen, da ich an den tadellosen Präparaten Izquierdo's Nichts dergleichen zu erkennen vermochte. Der Grund, weshalb ich mich früher für solche Netze aussprach, ist vielleicht darin zu suchen, dass ich vor Allem menschliche Hornhäute untersuchte, in denen, wie es scheint, sich leicht die Kittsubstanz zwischen den Epithelzellen bei der Goldbehandlung färbt, und dadurch der Anschein von Anastomosen erzeugt wird.

Bezüglich der Nervenenden in den Tastkörperchen wandten wir uns zu den einfachen Formen derselben, als welche nach Merckels schönen Untersuchungen die Grandry'schen Körperchen gelten müssen; was für diese gilt, dürfen wir auf Grund der neueren Angaben Langerhans' (dies. Arch. IX) und Ranviers (Compt. rend. 1877. F. 85) auch unbedenklich auf die menschlichen Tastkörperchen übertragen. Untersucht wurden besonders die Tastkugeln (Hesse, Arch. v. His-Braune 1878) der Entenzunge mit $\frac{1}{2}$ pr. Osmiumlösungen nach 24stündiger Einwirkung, später kamen die Präparate in 96% Alkohol, aus welchem sie geschnitten wurden. Auch $\frac{1}{4}$ pr. Goldchloridlösung, in welcher die Stücke $\frac{1}{2}$ Stunde verweilten, wurde verwendet. Izquierdo bestätigt nun den von Merkel (d. Arch. 1878) und Hesse l. c. gefundenen

„Plattenring“ als Theil der Kapsel und die zuerst von Ranvier als wirkliche Endigung hervorgehobene Nervenendigung in der Tastscheibe. Es sei mir gestattet hier zu bemerken, dass Izquierdo diese Endigung in der Tastscheibe völlig unabhängig von Ranvier aufgefunden hat, da uns des Letzteren Mittheilung in den *Compt. rend.* 26. Nov. 1877 erst später zu Händen kam. Uebrigens haben fast alle Autoren, welche vorher über die Grandry'schen Körperchen berichteten, diese Tastscheibe abgebildet, wenn sie dieselbe auch nicht für die Nervenendigung erklärten.

Izquierdo schildert nun die Tastscheiben als bestehend aus einer homogenen dunkleren Aussenschicht und einer inneren heller erscheinenden protoplasmatischen Masse; mitunter treten sie deutlich in bläschenförmiger Gestalt auf. Die Schwann'sche Scheide soll nun in die Aussenschicht, der Axencylinder in die protoplasmatische Binnenmasse der Tastscheibe übergehen, eine continuirliche Verbindung der Tastscheibe mit den übrigen Zellen (Deckzellen) des kleinen Apparates, wie Merkel l. c. ihn constatirt haben will, konnte nicht nachgewiesen werden,

Izquierdo hat weiterhin auch die Entwicklung der Grandry'schen Körperchen untersucht und gefunden, dass dieselben als kleine Epithelzellenhäufchen entstehen, welche sich von der untersten Schicht des Rete malpighii in die betreffenden Papillenspitzen einsenken und später sich abschnüren; doch gelang es ihm nicht genauer den Zeitpunkt festzustellen, wann der Nerv mit den Körperchen in Verbindung tritt, wie das geschieht, und ob die Tastscheibe sich auch aus einer Zelle entwickelt. Nach meiner Einsicht der Präparate Izquierdo's möchte ich einen cellulären Ursprung der Tastscheiben annehmen und sie für modificirte Nervenendzellen erklären, womit auch ihr vorhin geschilderter feinen Bau übereinstimmt.

Die Pacini'schen Körperchen wurden besonders mit Rücksicht auf die Frage untersucht, ob innerhalb derselben der Nerv als solcher frei endet, sei es in eine Spitze auslaufend, oder in ein Endknöpfchen, oder ob das Ende des Nerven etwa noch innerhalb des Körperchens mit terminalen Zellen in Verbindung tritt.

Die Pacinischen Körperchen der Katze, welche vorzugsweise untersuchte, wurden, liessen nun ausnahmslos erkennen, dass der Nerv an seinem Ende nicht mit der Substanz des Innenkolbens oder der

Kapsel in Verbindung tritt, sondern meist in eine verschieden gestaltete Verdickung ausgeht, die wie eine Anschwellung des fibrillär gebauten Axencylinders selbst erscheint. Die mannichfachen Formen dieser „Endknöpfchen“ oder „Endknospen“ sind von Axel Key und Retzius treffend beschrieben worden. (Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes II. Stockholm. 1876.) In selteneren Fällen läuft der Axenfaden auch einfach in eine Spitze aus, was Axel Key und Retzius nicht gesehen haben wollen. Ich kann nach zahlreichen eigenen Untersuchungen die Angaben Izquierdo's bestätigen.

Endlich wurden auch die Terminalkörperchen der Clitoris des Kaninchens untersucht, in denen stets ein einfaches Auslaufen des Nerven in eine Endspitze beobachtet wurde. Izquierdo bezeichnet sie als Endkolben; ihre Gestalt ist, wie bekannt, eine sehr wechselnde, zwischen einer rundlichen und cylindrischen Form. Alle bestehen aus einer Kapsel, einem Innenkolben und dem in diesen eintretenden Nerven. Bemerkenswerth erscheint das Verhalten des Innenkolbens, der zwar in der Mehrzahl der Fälle aus einer feingranulirten Masse besteht, in andern aber Kerne enthält und in wieder andern sich aus deutlich getrennten Zellen zusammengesetzt erweist. Man kann demnach Izquierdo wohl zustimmen, wenn er meint, dass die Innenkolben aus Zellen sich entwickeln, deren Protoplasma unter Schwund der Kerne verschmilzt. Was aber das Wesentliche ist, mochte die Structur des Innenkolbens eine noch deutlich zellige sein, oder nicht, stets war die Endigung des Nerven eine freie, niemals konnte man ihn mit Gebilden, wie etwa die Tastscheiben sie darstellen, oder gar mit Zellen verschmolzen sehen. Es müssen demnach diese Körperchen den Pacinischen an die Seite gestellt werden.

Für mich lag es nahe, auch bei den Endkolben der Conjunctiva, für welche ich (dieses Arch. Bd. 11) eine zellige Structur des Innenkolbens und eine Verbindung des Nerven mit den Zellen behauptet habe, nach diesen neuen Erfahrungen wiederum nachzusehen. Leider war das Material, welches mir neuerdings zu Gebote stand, nicht hinreichend frisch, um zu einem Entscheid zu gelangen. Wird auch die zellige Structur der Biunenmasse der conjunctivalen Endkolben durch den gleichen Bau der Tastkörperchen und die Befunde Izquierdo's am Innenkolben der Genitalkörperchen gut gestützt, so fragt es sich dennoch, nachdem bei den

ersteren die Tastscheiben, bei den letzteren durchweg freie Endigungen gefunden wurden, ob die von mir angenommene celluläre Nervenendigung die richtige ist. Wie bemerkt, konnte ich bei wenig günstigem Material für diesmal die Sache nicht zum Aus-
trag bringen.

Berichtigung.

Von

Dr. J. Disse.

Ein Passus auf Seite 17 der jüngst erschienenen Arbeit Lieberkühn's „Ueber die Keimblätter der Säugethiere“ (Marburg 1879) nöthigt mich zu folgender Entgegnung:

In meiner letzten Arbeit: „Ueber die Entstehung des Blutes und der ersten Gefäße im Hühnerei“ (d. Archiv Bd. XVI p. 545) sind zur Stütze meiner Behauptung, dass der Primitivstreif eine Verdickung der unteren Keimschicht sei, und dass diese sich in Mesoblastem und Hypoblastem spalte, in den Figg. 1, 2, 4, auf Tafel XXVI Querschnitte von Embryonen aus der 9. und 24. Stunde wiedergegeben, mit genauer Bezeichnung der Region, welcher sie entnommen sind. Sowohl im Text als in der Figurenerklärung ist namentlich für Fig. 1 und 2 hervorgehoben, dass erstere einen Querschnitt dicht hinter dem Primitivstreifen, letztere einen um neun Schnitte weiter vorn geführten wiedergebe. Es zeigt Fig. 1 noch deutlicher als die derselben Gegend entnommene Fig. 4, dass das hintere Ende des Primitivstreifs nicht mit dem Epiblastem zusammenhängt, und aus Fig. 2 kann man entnehmen, dass weiter vorn, im Bereich der Primitivrinne, eine lineare Verwachsung des Epiblastem mit dem Mesoblastem zu Stande kommt.

Demgegenüber äussert sich Lieberkühn, ich hätte „offenbar am Embryo vorn und hinten verwechselt.“ Meine Figur (welche, ist nicht genau bezeichnet) gehöre nicht dem Hinterende, sondern dem Vorderende des Primitivstreifs, d. h. dem Kopffortsatze desselben an, wie eine Vergleichung meiner Abbildungen mit denen Gasser's ohne weiteres erkennen liesse.

Zunächst muss ich erklären, dass ich die untersuchten Embryonen stets genau orientirt einbette, und demnach, da ich von jedem eine möglichst vollständige Schnittserie anfertige, ganz ge-

nau die Region bestimmen kann, welcher ein beliebiger Schnitt angehört. Das hätte Lieberkühn schon daraus entnehmen können, dass ich in Ziffern die Entfernung zweier gezeichneter Schnitte von einander angegeben habe.

Der Umstand, dass eine meiner Figuren mit den angezogenen Abbildungen Gasser's (Taf. X. Fig. 2 u. 3) stimmt, beweist nicht, dass beide identischen Regionen angehören, sondern nur, dass verschiedene Regionen am Embryo, vorderes und hinteres Ende des Primitivstreifs, sich ähnlich verhalten.

Wenn man Angaben mehrerer Beobachter vergleichen will, so muss man dieselben so reproduciren, wie sie aufgestellt sind; gegen eine Art der Vergleichung aber, die einen wesentlichen Theil, nämlich die Ortsbestimmung, nicht nur ignorirt, sondern einfach unter der Voraussetzung eines unverzeihlichen Irrthums des Beobachters umkehrt, um die Uebereinstimmung differirender Angaben herbeizuführen, muss ich nachdrücklich Verwahrung einlegen.

Ueber den Bau und die Thätigkeit der sog. Leber der Crustaceen.

Von

Dr. Max Weber,

Prosector in Amsterdam.

Hierzu Tafel XXXVI, XXXVII und XXXIII.

Unsere Kenntnisse über die fermentbereitenden Anhangsdrüsen des Darmes der Wirbelthiere, sowohl hinsichtlich des Baues als auch der Function derselben ist innerhalb der letzten Jahre um ein Erhebliches gefördert worden und nicht gering ist die zurückgelegte Strecke auf dem Wege, der uns einem tieferen Einblick in die Vorgänge der Enzymbildung im Wirbelthielkörper zuführt. Die Arbeiten Haidenhain's und seiner Schüler sowie Nussbaum's, gegründet auf Untersuchungen, die durch gleichzeitige Zuhülfenahme des physiologischen Experimentes und des morphologischen Studiums in sich selbst eine Controlle darbieten und gewährleisten, sind es, denen solches zu danken ist. Ganz besonders aber dem letztgenannten Forscher gelang es, den Ort und die Art der Bildung des verdauenden Agens in den Drüsen nachzuweisen und dazu beizutragen, die Thätigkeit nicht minder wie den anatomischen Bau eines Theiles der Darmdrüsen der Wirbelthiere in erfreulicher Weise aufzuschliessen.

Ganz anders steht es zur Zeit noch mit unserer Kenntniss von den Darmdrüsen der wirbellosen Thiere; hier seien zunächst nur die Crustaceen ins Auge gefasst.

Derjenige, der vorurtheilsfreien Sinnes an die Resultate herantritt, die im Laufe der Jahre der Fleiss der Forscher bezüglich der genannten Thiergruppe schriftlich niedergelegt hat und sich nun abfragt, wie es sich mit der thatsächlichen Deutung mancher

Organe verhält, wie es mit unserer Kenntniss steht bezüglich der biologischen Vorgänge, die sich im Arthropodenkörper abspielen, der wird sich sagen müssen, dass das bisheran gepflogene Studium über die Gliederthiere einen im Ganzen und Grossen mehr umfassenden als eindringenden Charakter hatte. Und hierin wird gewiss kein Tadel liegen, wenn man an das unendlich reiche morphologische Material denkt, welches unserer Einsicht näher zu bringen war. Die Kenntniss von der Form war das zunächst zu erstrebende, die sich hieran unvermeidlich anknüpfende Frage nach der Function der aufgedeckten Organe konnte aber von dem eingenommenen Standpunkte aus nur z. Th. beantwortet werden. Ein eclatantes Beispiel hierfür bietet die Mitteldarmdrüse der Crustaceen, die kurzweg als Leber gedeutet wurde, während andererseits die Frage, wo die verdauungskräftigen Secrete des Darmes gebildet werden, unerörtert blieb. Dass es nun demgegenüber kein verfrühtes Streben ist, wenn man es jetzt an der Zeit erachtet auch von anderer Seite her sich solchen Fragen, wie überhaupt dem Studium des Organismus niederer Thiere zuzuwenden, dafür dürfte sprechen, dass die Aufmerksamkeit der Physiologen sich mehr und mehr auch auf die wirbellosen Thiere richtet und dass sich gewiss bald noch andere Stimmen ähnlich wie Claus vernehmen lassen werden, welcher sagt ¹⁾: „Man sieht leicht ein, wie wenig die morphologischen Befunde zur richtigen Deutung der Organe ausreichend sind, und wie nothwendig in Zukunft chemisch-physiologische Untersuchungen mit anatomisch-histologischen Arbeiten verbunden werden müssen, um befriedigende Vorstellungen über die Function der Organe auch auf dem Gebiete der Wirbellosen zu gewinnen“.

Von welcher Bedeutung aber selbst das zur Zeit noch lückenreiche physiologische Studium der Darmdrüse eines Theiles der Crustaceen geworden und wie hierdurch die gäng und gäbe Ansicht über dieses Organ geändert worden ist, sei mir gestattet an der Hand der geschichtlichen Entwicklung unseres Wissens von diesem Organe in Folgendem darzuthun.

Wenn wir nicht weiter zurückgehen als auf Ramdohr, so finden wir bei ihm die Mitteldarmdrüse der Isopoden als „Spei-

1) Claus: Der Organismus der Phronomiden. Arbeit aus dem zool. Institute. Wien 1879. T. II. Heft 1.

chelgefäß“ gedeutet. Treviranus verkannte deren drüsige Structur so sehr, dass er in ihnen den „Fettkörper“ erkennen will. Von da ab sprechen alle Hand- und Lehrbücher der vergleichenden Anatomie stets von einer „Leber“ und nennen dem entsprechend deren Secret: „Galle“, so z. B. bei Carus, Wagner, Cuvier u. s. w. In gleicher Weise deutet dann Brandt, der genaue Zergliederer des Flusskrebse und der Onisciden, dieses Organ bei den genannten Krustern.

Die Leber des Flusskrebse wurde darauf in den vierziger Jahren von verschiedener Seite her eingehender gewürdigt. Kurz hinter einander erschienen die Arbeiten Karstens, Schlemms, Meckels, Lereboullets, Frey's und Leuckarts, in denen die Drüse nicht nur auf ihren feineren Bau hin, sondern von Karsten und Schlemm auch bezüglich der Eigenschaften der Galle geprüft wird. Das Resultat war, dass man es mit einer Leber zu thun habe, wenn auch mancher Befund der chemischen Untersuchung gegen Galle sprechen mochte; man war zu sehr daran gewöhnt der Drüse nur diese Eigenschaft zutheilen zu können. In welchem Masse dies aber der Fall war, geht aufs deutlichste aus folgendem Satze in Schlemms genauer Dissertation, der also lautet, hervor: „Ratio bilis Astaci physica et chemica ab illa animalium vertebratorum adeo differt, ut nisi ex universa organi secretantis natura illud hepar esse satis constaret, facile quis animum induceret, ut secretum aliud quiddam quam bilem esse crederet.“

So ging diese Deutung der Mitteldarmdrüsen auch in die Lehrbücher der heutigen Zeit über, was an und für sich nicht in Verwunderung setzen würde — da ja das Organ durch die Farbe seines Secretes dem natürlichen Bedürfniss, in einem vollkommenen Organismus, wie ihn die höheren Crustaceen zeigen, nach einer Leber zu suchen, nur günstig sein konnte — wofern man nur gleichzeitig irgend einen Ort im Darmkanal selbst oder dessen Appendices hätte nachweisen können, wo die Production von Verdauungs-Secreten vor sich gehe.

So weit mir bekannt ist Claus ¹⁾ unter den Morphologen wohl der erste gewesen, der einem begründeten Zweifel an der

1) Claus: Zur Kenntniss des Baues und der Entwicklung von Branchipus stagnalis und Apus caneriform. Ges. d. Wissenschaften zu Göttingen. Bd. XVIII. 1873.

Deutung der in Frage stehenden Drüse klaren Ausdruck gab in seiner Schrift über Branchipus und Apus. Aus diesem Grunde möge der ganze Passus hier folgen: „Sicher werden wir auch bei den Wirbellosen in erster Linie nach Secreten zu suchen haben, welche die Eiweissstoffe in lösliche Modificationen überführen und auch Amylaceen in Zucker umzusetzen vermögen. Bei dem Mangel anderweitiger Drüsen wird daher die Deutung dieser sog. Leberschläuche als Drüsen, welche ähnlich wie die Labdrüsen, beziehungsweise die Bauchspeicheldrüsen der Vertebraten wirken, viel grössere Wahrscheinlichkeit haben, als die alte der Bezeichnungswiese entsprechende Auffassung derselben als gallenbereitender Organe. Was wir auf dem Gebiete der Wirbellosen „Leber“ nennen, darf, wie mir scheint, durchaus nicht physiologisch mit der Leber der Wirbelthiere verglichen werden, selbst wenn die Farbe des Secretes an Gallensecrete erinnert . . . Wir sollten daher in dem Gebrauche der Bezeichnung „Leber“ auf dem Gebiete der Wirbellosen möglichst vorsichtig sein, so lange uns genaue chemische Untersuchungen und physiologische Versuche über die Bedeutung derselben fehlen.“

Wie sehr aber diese Vorsicht am Platze ist haben die Untersuchungen Hoppe-Seylers ¹⁾, Fredericq's ²⁾ und namentlich Krukenberg's ³⁾ dargethan.

Aus diesen Untersuchungen geht nämlich hervor, dass die sog. Leber eines Theiles der Crustaceen — Krukenberg untersuchte verschiedene Decapoden und Squilla — eine Verdauungsdrüse ist, deren Secret, mochte es sich bei verschiedenen Species auch verschieden verhalten, bald tryptische, bald peptische Eigenschaften haben, ja zuweilen hierbei noch saccharificirende oder gar fettzersetzende, jedenfalls stets fermentirend auf Eiweisskörper einwirkte.

Forderten diese auf physiologischem Wege gewonnenen Befunde an und für sich schon zu einer Untersuchung derselben vom morphologischen Gesichtspunkte aus auf, so musste man in diesem

1) Hoppe-Seyler: Pflüger's Archiv Bd. XIV.

2) Fredericq: Sur la digestion des albuminoïdes chez quelques invertébrés. Acad. roy. de Belgique T. XLVI. 1878.

3) Krukenberg: a: Vergl. physiolog. Beiträge zur Kenntniss der Verdauungsvorgänge. Unters. aus dem phys. Institut Heidelberg Bd. II. H. 1. b: Zur Verdauung bei den Krebsen. Ebendort. Heft 3.

Wünsche bestärkt werden, wenn man sich vorhielt, dass durch diese Befunde die Ansicht, die man bisher über die Natur der Leber der Crustaceen gehegt hatte und die dann auch dem entsprechend in alle Lehrbücher übergegangen war, nun gänzlich über den Haufen geworfen war.

Es galt daher zunächst zu prüfen, ob auch andere tiefer stehende Crustaceenfamilien, die wegen ihrer Kleinheit aus naheliegenden Gründen zunächst den Physiologen nicht als Studien object gedient hatten, ebenfalls in ihrer sog. Leber eine Verdauungsdrüse besitzen; dann hauptsächlich auch in wie weit die Resultate eines erneuerten morphologischen Studiums der Drüse in Einklang gebracht werden konnten mit den modificirten Ansichten über ihre Function. Ob diese aber nur die einer Verdauungsdrüse sei, das war eine Frage, die sich dem Morphologen, der diese constant pigmentirte Drüse auch nur oberflächlich beschaut, stets von Neuem entgegendrängen musste.

Dies waren, neben manchen anderen, die hauptsächlichsten Punkte, die eine nach Möglichkeit eindringende Untersuchung wünschenswerth machten. Zur Anstellung derselben war ich in der Lage Crustaceen zu verwenden, die den denkbar verschiedensten Einflüssen der Aussenwelt nach Lebensweise, Aufenthalt und Nahrung ausgesetzt sind. Sowohl den streng ans Wasserleben gebundenen *Astacus fluviatilis* und verschiedene *Gammarus*-Arten des süßen und des Seewassers als auch den amphibiotisch lebenden *Talitrus* und *Orchestia*. Unter den *Isopoden* die echten Landasseln und die typische Wasserassel (*Asellus*). Ferner drei echte Vertreter der Fauna subterranea, nämlich zwei in unterirdischen Wässern lebende: *Gammarus puteanus* und *Asellus cavaticus*, sowie den merkwürdigen blinden *Typhloniscus Steini*, der wahrscheinlich unter normalen Bedingungen, von den Ameisen, bei denen er einwohnt, gefüttert wird.

Es liegt in der Natur einer Drüse, wie die in Frage stehende, dass sie uns je nach ihrer Function, je nach dem Zustande der Ernährung des Thieres, je nach dem Verhalten des ganzen Organismus gegenüber den Jahreszeiten, in wechselndem Bilde erscheint. Da gilt es nun das Charakteristische festzuhalten und seinem Wesen nach darzustellen. Es liegt ferner in der Natur der untersuchten Thiere, dass hier das Experiment, „dieses grosse Werkzeug zur Hebung der Wahrheit“, leider nicht

in Anwendung gezogen werden kann, um einen gewünschten Zustand des Organes hervorzurufen, wie dies in so segensreicher Weise das Studium der Drüsen der Wirbelthiere unterstützt. Aus gleichem Grunde erwächst der physiologischen Untersuchung der Drüse bei den niederen Crustaceen eine erhebliche Schwierigkeit practischer Natur; die Kleinheit derselben macht es schwierig die Menge der Drüsensubstanz zu erhalten, die wünschenswerth ist zur Prüfung der Eigenschaften des Organes. Doch wenn auch dies nicht wäre, der primitive Zustand der mikrochemischen Analyse bietet solchen Untersuchungen ungeahnte Hemmnisse.

Hält man diese beschwerenden Umstände im Auge, so wird man die nachfolgenden Zeilen milder beurtheilen, namentlich aber dem Morphologen das Lückenhafte in der Beantwortung der physiologischen Fragen zu Gute halten.

I. Isopoden.

Die nachfolgenden Mittheilungen über das Verhalten der Mitteldarm-Drüsen bei der Ordnung der *Isopoden* beschäftigen sich sowohl mit den landbewohnenden Asseln, den *Onisciden*, als auch mit den wasserbewohnenden, und zwar wurde als Vertreter der letzteren *Asellus aquaticus* und *cavaticus* einem eingehenderen Studium unterworfen.

Die Ergebnisse, die an den *Onisciden* gewonnen wurden, mögen die weiteren Angaben über andere Crustaceen einleiten.

a. Onisciden.

Hier kamen vorwiegend verschiedene Arten von *Porcellio*, daneben auch *Oniscus* zur Untersuchung. Ausserdem hatte ich die Gelegenheit den unterirdisch lebenden *Typhloniscus Steini* Schöbl. untersuchen zu können, der Anlass zu mancher interessanten Beobachtung gab. Unterschiede bezüglich der fraglichen Drüsen machten sich bei beiden erstgenannten Gattungen nicht bemerklich, was Veranlassung sein wird weiterhin nur von *Porcellio* zu reden. Allerdings scheint die „Leber“ von *Ligidium*¹⁾ manches Abwei-

1) Man vergl. Lereboullet: Mém. sur la *Ligidia Persoonii* Brd. Ann. d. sc. nat. T. XX. 1843.

chende von der der übrigen Landasseln zu haben, doch war ich nicht in der Lage eingehendere Untersuchungen auf diesen Punkt hin anstellen zu können.

Die zwei Paare von Drüsenschläuchen, die sich bei unserer Kellerassel gleich hinter dem Kaumagen anheften und in stattlicher Länge, dem Darne eng anliegend bis nahe zum After sich erstrecken, sind zwar schon längst gekannt, aber in recht verschiedener Weise gedeutet worden.

Der früheste Beobachter derselben Ramdohr ¹⁾ nennt sie Glandulae salivales (Speichelgefäße) und war damit einer richtigen Deutung weit näher als Treviranus ²⁾, der sich in seiner Anatomie der *Oniscus* über dieselben also vernehmen lässt: „Sie sind das, was ich bei anderen Insecten den Fettkörper genannt habe und was Ramdohr das Netz nennt.“ Für ihn besteht also die drüsige Natur derselben nicht mehr. Erst Brandt ³⁾ gebraucht für sie die Bezeichnung „Leber“, eine Bezeichnung, die trotzdem sie von Brandt weder morphologisch noch physiologisch in irgend einer Weise begründet wurde, von da an allgemein angenommen wurde und in die Lehrbücher übergang. In Uebereinstimmung mit dem Namen ist dann auch bis auf den heutigen Tag die physiologische Deutung dieses Organs gewesen, ohne dass eigentlich schwerwiegende Beweise zu Gunsten dieser Auslegung ins Feld geführt werden konnten. Theils mag es das gelbe bis braune Aussehen der Drüsenschläuche gewesen sein, das dazu führte deren Inhalt als Galle anzusprechen, theils, und gewiss nicht zum geringsten Theil, mag es ein natürliches Bedürfniss gewesen sein ein leberartiges Organ zu suchen und demgemäss die einzige Drüse, deren man ausser den keimbereitenden ansichtig wurde, entsprechend diesem Bedürfniss aufzufassen.

Hatten nun die genannten Forscher höchstens mit Lupenvergrößerung sich bemühen können in das Wesen der „Leber“ der *Onisciden* einzudringen, so machte sich Karsten ⁴⁾ zuerst mit dem Mikroskope an unsere Drüse heran und verliess der bereits allgemein gültig gewordenen aber unbewiesenen Ansicht über

1) Ramdohr: Verdauungs-Werkzeuge der Insekten.

2) Treviranus: Vermischte Schriften anat. u. physiol. Inhalts. 1816.

3) Brandt u. Ratzeburg: Medizinische Zoologie Bd. II. pag. 75.

4) Karsten: Nova Acta Acad. Caes. Leop. 1845. T. XXI. pars I.

die Leber-Natur der Drüse eine scheinbare wissenschaftliche Stütze durch das im chemischen Theil seiner Arbeit erlangte Resultat, dass das Secret der Darmdrüse des *Porcellio* Gallensäuren und Gallenfarbstoffe enthalte. Der chemische Theil seiner Untersuchungen dürfte jedoch auf gleich schwachen Füßen stehen wie der morphologische, mit welchem wir später Bekanntschaft machen werden.

Weiterhin finden sich einige Bemerkungen anlangend die Isopoden-„Leber“ bei Frey und Leuckart²⁾, die in mehr als einer Hinsicht weitgreifender sind als die von Lereboullet²⁾ in seiner umfassenden Abhandlung über den Bau und die systematische Stellung der Cloportiden niedergelegten Mittheilungen über den Bau der Leberschläuche. Wenn er diese mit den Worten einleitet: „La structure des utricules biliaires est très-remarquables et facile à étudier“, so stehen seine gewonnenen Resultate hiermit nicht im Einklang.

Die Mitteldarmdrüse der Land-Asseln, deren Lage in der Leibeshöhle bereits oben angedeutet wurde, setzt sich aus vier Blindschläuchen zusammen, rechts und links je ein Paar, das gemeinsam in den Darm ausmündet. Jeder Schlauch läuft an seinem blinden Ende spitz aus und zeigt einen Farbenton, der zwischen hellgelb bis dunkelbraun oder olivengrün sich bewegt, eine Verschiedenheit, die mit der Menge des angesammelten Secretes in Verband steht und ihrerseits wieder abhängt theils vom jeweiligen Futterzustand (Füllung des Darmes) des Thieres im Zeitpunkte der Untersuchung, theils auch von der Jahreszeit. Der durch die Jahreszeiten bedingte Unterschied hat mir weniger auffallend als bei *Asellus aquaticus* geschehen, wobei ich allerdings bemerken muss, dass ich meine Thiere grösstentheils von derartig beschaffenen Localitäten bezog, dass denselben zur Sommer- und Winterzeit eine nahezu constante Temperatur eigen war. Jedenfalls sank die Temperatur während des Winters an diesen Orten (Keller) niemals so tief, dass die Lebensfunctionen in einen winterschlaf-

1) Frey u. Leuckart: Lehrbuch der Anatomie d. wirbellosen Thiere. 1847. p. 222 ff.

2) Lereboullet: Mém. s. les Crustacés de la famille des Cloportides in Mém. de la soc. du Museum d'histoire naturelle de Strassbourg. 1853. T. IV. 2. et 3. livraison p. 96.

artigen Zustand versetzt und die Drüsensecretion zum Stillstand gebracht worden wäre. Wenn sich demnach ein Unterschied zwischen den Drüsenschläuchen der Asseln, die aus ihrem Winterquartier hervorgeholt waren und derer, die in geeigneter Weise bei Zimmertemperatur gehalten wurden, bemerkbar machte, so wird diese Thatsache Veranlassung geben, ihrer nach Kenntnissnahme der secretorischen Zellen noch näher zu gedenken.

Die Drüsenfollikel treten nun nicht als glattwandige, am blinden Ende spitz auslaufende Schläuche in die Erscheinung, sondern erhalten durch eine Vertiefung, welche dieselben in enger Spiral-Windung umzieht, das ungefähre Ansehen eines Korkenziehers. Diese Eigenthümlichkeit ist bereits den früheren Forschern aufgefallen und auch von ihnen getreu dargestellt, jedoch in ihrem Wesen nicht erkannt worden.

Nach dem Monographen unserer Thiergruppe: Brandt²⁾ ist jeder einzelne Leberschlauch spiralförmig „gedreht“.

Karsten²⁾ geräth trotz seiner mikroskopischen Untersuchung noch weiter vom richtigen Thatbestande ab, indem er das korkenzieherartige Aeussere von einem „folliculären“ Bau der einzelnen Blindschläuche (Follikel) abhängig sein lässt.

Wenn ferner Frey und Leuckart³⁾ von der Leber der Onisciden berichten, dass sie durch Ausbuchtungen ihrer Membrana propria ein rosenkranzartiges Ansehen haben, so geben sie damit nur den Folgezustand als Grund an.

Lereboullet⁴⁾ endlich gibt keine Erklärung der in Rede stehenden auffallenden Erscheinung. — Da dieselbe nur in dem Wesen der Häute, die das Drüsenparenchym umgeben, ihre Erklärung findet, so werden wir diesen zunächst unsere Aufmerksamkeit zuwenden müssen.

Jeder einzelne Drüsenschlauch ist von zwei bindegewebigen Häuten umhüllt, von der Tunica propria und der Tunica serosa, zwischen denen eine Muskellage, die Tunica muscularis sich ausbreitet. Wir begegnen mithin hier den drei Häuten,

1) Brandt-Ratzeburg: Mediz. Zoologie II. p. 75.

2) Karsten: Nov. Act. XXI. 1.

3) Frey u. Leuckart: Lehrb. d. Anatomie wirbelloser Thiere. p. 223.

4) Lereboullet: Mémoires sur les Cloportides. Strassbourg. 1853. p. 96 ff.

die wohl, wenn auch in verschiedener Ausbildung, allgemein bei den Arthropoden dem Darne und wohl auch der Mehrzahl der drüsigen Appendices desselben zukommen mögen. Ihr Verhalten bei den Onisciden ist folgendes: Die äusserste Hülle leitet sich vom Fettkörper her, der gleichwie an die übrigen, der Leibeshöhle eingelagerten Organe, so auch an die Drüsenschläuche netzartig unter einander verbundene Zellgruppen absendet, um dieselben mit einem verschieden dichten Maschenwerk zu umhüllen. In unserem Falle ist diese Umhüllung eine recht dürftige; denn nur am blinden Ende eines jeden Drüsenschlauches gruppieren sich die Fettkörperzellen zu einer mehr zusammenhängenden Lage; näher dem Darmende des Follikels liegen sie dann, entsprechend dem zunehmenden Umfange des Drüsenschlauches, mehr und mehr von einander entfernt, bleiben jedoch bald durch zarte Ausläufer, bald durch gröbere, zellige Stränge unter sich sowohl als auch mit dem eigentlichen Fettkörper und demgemäss auch mit dem serösen Ueberzug der übrigen Organe der Leibeshöhle in Verbindung. Der Name einer umhüllenden Membran kann daher in unserem Falle, wo allein ein unregelmässig netzartiger Ueberzug vorliegt, der von dem blinden Ende des Schlauches nach dessen Mündung zu allmählich weitmaschiger wird, nur mit einer gewissen Lizenz gebraucht werden. Wenn ich trotzdem für diesen maschigen Ueberzug den von Leydig¹⁾ angewandten Namen *Tunica serosa* aufrecht erhalte — weniger um ihm hierdurch die wichtige Rolle, wie sie sonst der *Tunica serosa* der Eingeweide höherer Thiere als Umhüllungs-Haut zukommt, zuzuthemen, als vielmehr um ihm seine histologische und auch functionelle Stellung zuzuweisen — so weiss Jeder was mit diesem Namen gemeint ist. — Da sich diese *Tunica* an den weiter unten näher zu besprechenden Crustaceen ihrem Wesen nach gleichartig, quantitativ aber um Vieles entwickelter wiederfindet, dürfte dort wohl der Ort sein näher auf histologische Einzelheiten derselben einzugehen.

Unter dieser zu äusserst gelegenen lückenreichen Hülle — der „Peritoneal-Hülle“ der Drüsenschläuche, wenn wir die functionelle Analogie nicht aus dem Auge lassen wollen — liegt ein System von Muskelfäden, die ebenfalls der membranartigen, ge-

1) Leydig: An versch. Orten z. B. Lehrbuch der Histologie p. 363.

geschlossenen Ausbreitung ermangeln, dennoch aber mit der in geschlossener Lage auftretenden *Tunica muscularis* am Darne der Arthropoden identificirt und füglich auch mit diesem Namen belegt werden können.

In welch' zierlichem engmaschigem Netze diese Muskulatur die Blindschläuche in ihrem ganzen Umfange umspinnt, wird man nach Taf. XXXVI Fig. 1 ahnen können. Circuläre Muskelfasern nämlich umziehen, in geringen Abständen von einander, reifenartig die Drüsenfollikel. Mehr weniger regelmässig verlaufende longitudinale Fasern von zarterer Natur verbinden die gröberen Kreisfasern und bilden solchergestalt das enggestrickte Muskelnetz. Dadurch aber, dass die circulären Fasern nicht senkrecht, sondern schräg zur Längsachse des Drüsenschlauches, dessen Peripherie umkreisen und an gewissen Stellen, die nach dem blinden Ende des Schlauches zu allmählich näher aneinander rücken, zu dreien oder viere neben einander liegen, erhält der Blindschlauch die oben erwähnten in einer Spiraltour laufenden Einschnürungen, die allerdings den Eindruck machen, als sei der ganze Schlauch vielmale um seine Längsachse „gedreht“, wie Brandt wollte. Wir haben es jedoch hier mit einer Erscheinung zu thun, die in der eigenthümlichen Anordnung der Kreismuskelfasern ihre natürliche Erklärung findet und deren Wesen, besser als durch eine ausführliche Beschreibung, durch einen Blick auf Taf. XXXVI Fig. 1 verdeutlicht werden dürfte. Die grosse Bedeutung, nicht nur dieser Muskulatur überhaupt, sondern auch deren Anordnung ins Besondere, für die Fortschaffung des Secretes aus einem so langen und dabei mit einem so engen Lumen versehenen Drüsenschlauche in das Lumen des Darmes bedarf wohl kaum weiterer Andeutung. — Bringt man die dem lebenden Thiere entnommenen Schläuche sofort unter das Mikroskop, so hat man zuweilen das Glück, die Contractionen dieses Muskelnetzes zu beobachten, wie sie, am blinden Ende beginnend, auf ihrem Wege zur Mündung des Follikels das Secret vor sich hertreiben. Dass eben diese Contractionen auch auf die Entleerung der mit Secret angefüllten Drüsenzellen einwirken, die daraufhin ihren Inhalt durch Dehiscenz frei lassen, wird später aus dem Bau dieser Zellen erhellen. — Weiter unten werde ich auch Gelegenheit haben, darauf hinzuweisen, dass grade die eben beschriebene Anordnung der Ringmuskeln charakteristisch ist für die echten Land-Isopoden, indem sie bei den wasserlebigen parallel

zu einander den Schlauch umkreisen. Dass dies von Einfluss ist auf die Beförderung des Secretes und mit dem Landleben in Zusammenhang gebracht werden muss, soll dort gezeigt werden.

Dieses Muskelnetz ist zuerst von Karsten¹⁾ gesehen und auch — sogar mit Andeutung der Querstreifung — abgebildet, jedoch als Capillarnetz gedeutet worden.

Die der Zeit nach sich hieran anschliessenden schönen Untersuchungen Frey's und Leuckart's²⁾ bringen auch Mittheilungen über diese Muskulatur bei den Crustaceen überhaupt und stehen bereits auf einem ganz anderen Standpunkte. Sie fanden diese circulären Muskelleisten bisweilen bei den *Isopoden* entwickelt, irren jedoch wenn sie von den Muskelfasern schreiben: „Beinahe alle halten einen transversalen Verlauf ein, während nur selten longitudinale, die ersteren mit einander verbindenden Fasern angetroffen werden.“

Leydig³⁾ dagegen hat bereits den ganzen Aufbau der Muskelfasern erkannt; so sagt er von denselben bei *Oniscus* (und *Gammarus*): „sie sind hier im Einklang mit der Darmmuskulatur circulär angeordnet, verlaufen auch wohl nach der Länge und verbinden sich zu Netzen.“

Was den feineren Bau dieses quergestreiften Muskelnetzes angeht, so möchte ich mich dahin aussprechen, dass die circulären Muskelfasern einer grossen ringförmig ausgewachsenen Zelle entsprechen und dass die longitudinalen Verbindungsfasern nicht einem zweiten, der Länge nach verlaufenden System von Fasern angehören, sondern Ausläufer der Muskelzellen sind, die sich mehr weniger regelmässig bald unter einander, bald mit den benachbarten Ringfasern verbunden.

Zur Stütze dieser Ansicht lässt sich zu jeder Ringfaser je ein zugehöriger Kern nachweisen. Diese Kerne haben das Eigenthümliche, dass sie sämmtlich nahezu in einer Richtung auf einer Seite des Drüsenschlauches liegen, was sich wieder durch das Studium der Embryonen — mir standen nur Embryonen von *Asellus aquaticus* zu Gebote, doch dürften sich wohl die dort gefundenen

1) Karsten: Nova Act. Acad. XXI. pars I. 1845.

2) Frey u. Leuckart: Lehrb. d. Anat. wirbelloser Thiere. pag. 222.

3) Leydig: Histologie pag. 363.

Verhältnisse auch auf die Landasseln ausdehnen lassen — dahin erklärt, dass ursprünglich einer Seite des Schlauches grosse Zellen auflagen, welche sich spindelförmig auszogen, daraufhin den Schlauch umgreifend einen geschlossenen Ring, den circulären Muskelfaden, bildeten und endlich durch seitliche Ausläufer die longitudinalen Fasern entstehen liessen. Wir betrachten mithin diese Muskelringe als einzellige quergestreifte Muskelbündel. Dass Spangenberg und Claus bezüglich der Ringmuskeln des Darmes verschiedener Crustaceen zu gleichen Resultaten gekommen sind, werde ich bei Besprechung dieser Organe vom *Asellus aquaticus* des Näheren ausführen.

Dieses enggesponnene Muskelnetz, die Muscularis, liegt nun der dritten Umhüllungshaut des Drüsenschlauches auf: der Tunica propria. Allen Forschern, die sich mit dem Aufbau der Mitteldarmdrüse der Asseln abgegeben haben, war sie bekannt, und wird von Allen übereinstimmend in besagter Weise aufgeführt. Sie ist eine glashelle structurlose Membran, die sich durch die verschiedensten Präparations-Methoden, namentlich solche, bei deren Anwendung die Drüsenzellen schrumpfen, die Membran selbst sich demgemäss relativ oder absolut abhebt, kenntlich machen lässt. Besonders schöne Bilder gibt Picrocarmin-Tinction, indem hiernach das gefärbte Muskelnetz in schönster Weise sich abhebt von der zarten wasserklaren Tunica propria. Auch die wenig angewandte Jodtinctur führt die Verhältnisse auf's deutlichste vor Augen, doch ist der Färbung durch dieses Reagens eine sehr vergängliche Natur eigen.

Wenn wir jetzt an die Untersuchung des Drüsen-Parenchyms selbst herantreten, so müssen wir davon ausgehen, dass wir es bei der Mitteldarmdrüse des *Porcellio* zu thun haben, mit der Grundform der Drüsen, mit einfachen, röhrenförmigen, blind endenden Ausstülpungen des Darmrohres, ausgekleidet mit einer einschichtigen Drüsen-Zellenlage, die der diffusibelen Membrana propria aufsitzend, von Aussen von der circulirenden Blutflüssigkeit indirect umspült wird, dieser gewisse Stoffe entnimmt, um sie als Secrete modificirt in das Drüsenlumen zu ergiessen. Hier angelangt werden diese Secrete unter Hülfe der zweckmässig arbeitenden Muscularis in das Darmrohr befördert um ihrer eigentlichen Bestimmung gerecht zu werden.

Meine Erfahrungen gehen nun dahin, dass das Wesen der

Drüsenzellen in seiner ganzen Besonderheit am besten an Präparaten erkannt wird, die einer kurz dauernden Behandlung mit schwächeren Lösungen von Osmiumsäure (von 0,2—0,5 % je nach der Art der Einwirkung, die man hierbei beabsichtigt) ausgesetzt waren. Nachherige Anwendung des Pikrocarmin unterstützt in mehr als einer Hinsicht die Untersuchung ¹⁾.

Bringt man einen dem lebenden Thiere entnommenen Drüsenschlauch, der, seines im Lumen enthaltenen Secretes verlustig, nun eine hellgelbe Farbe angenommen hat, in die genannte Säure, so nimmt er schon nach wenigen Minuten einen braunen Farbenton an, der mit der Dauer der Einwirkung der Säure an Intensität zunimmt, um schliesslich in tief schwarz überzugehen. Indem man nun diesen Grad der Einwirkung nicht zu Stande kommen lässt, sondern bereits den braun gefärbten Schlauch der Säure entnimmt und der Betrachtung mit der Loupe unterwirft, weist sich die schnelle Verfärbung des Organes als dadurch bedingt aus, dass intensiv dunkel gefärbte Punkte schachbrettartig mit helleren abwechseln, welche letztere die ursprüngliche Eigenschaft des Drüsenschlauches nahezu unverändert beibehalten haben. Das Mikroskop löst dieses Bild dahin auf, dass das Drüsenparenchym durch zweierlei Arten von Zellen aufgebaut wird, deren eine durch Osmiumsäure-Einwirkung sofort tief schwarz wird, während die andere erst nach längerer Einwirkung der Säure dieser Schwärzung unterliegt. Alsdann erst, wenn auch die letztere Zellenart den schwarzen Farbenton angenommen hat, erhält der ganze Schlauch die schwarze Farbe, von der oben gesagt wurde, dass sie die Folge längerer Einwirkung der Osmiumsäure sei. Dadurch aber, dass bereits nach kurzer Einwirkung die eine Zellenart sich schwärzt und demgemäss vom übrigen ungefärbten Drüsengewebe sich abhebt, wird der für das Auge so auffallende Contrast erzeugt, der das zierliche Bild, welches ich in Fig. 1 Taf. XXXVI wiederzugeben versucht habe, mit stets neuer Freude betrachten lässt.

Beide Zellenarten sitzen der Tunica propria auf. Sofort bei deren erstem Anblick fällt ihre bedeutende Grösse auf, wie man sie

1) Dass daneben die stete Untersuchung des lebenden Gewebes eine unerlässliche Controlle bietet, bedarf wohl keiner besonderen Ausführung.

sonst nur von den Eizellen der wirbellosen Thiere zu sehen gewohnt ist. Welcher Art das wechselseitige Verhalten der beiden Zellenarten zu einander ist, wird sich aus einer Betrachtung der Figg. 1 und 2 auf Taf. XXXVI besser als aus vielen Worten entnehmen lassen. Auffallend wird es hierbei erscheinen, dass, da doch die geschwärzten Zellen die hellen auf das engste umgeben, die einander berührenden Zellen nicht mit scharfen wohlcharakterisirten Rändern einander angelagert sind, sondern dass vielmehr die geschwärzten Zellen, mit ihrer grössten Ausdehnung der Tunica propria anliegend, ihre schmal auslaufenden, oftmals gezackten, ja mit strahligen Ausläufern versehenen Randpartieen zwischen diese und die hellen Zellen schieben, dergestalt, dass letztere oftmals nur mit dünnem Fusse der Stützmembran aufsitzen.

Müssen wir daher die sich schwärzenden Zellen als mehr weniger abgeflachte Zellen bezeichnen, die ihre grösste Ausdehnung in der Fläche der Membrana propria erreichen, deren Randpartieen im Allgemeinen nach der Peripherie zu allmählich dünner und schmaler auslaufen, oftmals ausläuferartige Fortsätze abschicken und die bald gewölbt, bald anders geformt, wie es gerade der Zwischenraum zwischen den hellen Zellen gestattet, in das Drüsenumen, jedoch niemals weit in dasselbe vorspringen, so sind die hellen Zellen von durchaus anderer Gestalt und charakterisiren sich durch ganz entgegengesetzte Eigenschaften.

Die hellen Zellen erreichen ihre grösste Dimension — ganz abgesehen davon, dass deren sämtliche Dimensionen weit grösser sind als die der anderen Zellenart — in der Höhe d. h. sie springen weit in das Lumen des Drüsenschlauches vor, während sie dessen Umhüllungshaut nur mit verhältnissmässig schmalen Fusse aufsitzen. Hat sich somit ihre Gestalt nur wenig von der Grundform der Zelle, der Kugelgestalt, entfernt, nur insofern, als sie sich in die Länge gezogen hat, so entbehrt damit im Einklang die Randzone ihres Leibes jeglicher Fortsatzbildung und weist im Gegensatz zu der anderen Zellenart vorwiegend sphärisch gekrümmte Flächen auf.

Es sei mir nun fernerhin zum Zwecke der weiteren Beschreibung gestattet, die abgeflachte in Osmiumsäure so rasch sich „schwärzende“ Zellenart kurz „Fermentzellen“, die andere jedoch, die bisher als helle Zellen aufgeführt wurden, „Leberzellen“ zu nen-

nen, indem ich mich später wegen der Wahl dieser Namen verantworten werde.

Dass die für die beiden Zellenarten aufgeführten Unterschiede in der Form und der Reaction bei der Einwirkung von Osmiumsäure nur der einseitige Ausdruck sind von Verschiedenheiten, die sich auch bezüglich deren Inhalt darthun, wird die weitere Untersuchung lehren.

Die Fermentzellen beherbergen zahlreiche, das Licht stark brechende Körnchen „Granula“, denen eben die Eigenthümlichkeit zukommt schon nach kürzester Einwirkung von Osmiumsäure sich intensiv zu schwärzen und die damit die Ursache abgeben für den Farbencontrast, der diese Zellenart von den Leberzellen so lebhaft unterscheidet. Vermeldete Granula füllen mehr oder weniger zahlreich den Zellenleib an und umlagern den Kern meist dicht, um dann von hier aus, allmählich spärlicher werdend, oft reihenweise angeordnet, nach der Peripherie der Zelle zu ausstrahlen. In anderen Fällen sind sie mehr gruppenweise vertheilt, zuweilen ist nahezu die ganze Zelle dicht mit ihnen angefüllt. Haben sie auch in der peripherischen Zone der Zellen Platz gegriffen, so trägt ihre Anwesenheit wesentlich dazu bei die Fortsätze derselben deutlicher zu machen, ja bei reihenweiser Anordnung solche geradezu vorzutäuschen, indem sie sich vom hellen Grunde der Leberzellen abheben.

Die Fermentzellen enthalten einen grossen mit einem soliden Kernkörperchen versehenen Zellkern von fein gekörntem Inhalt, der sich scharf contourirt vom übrigen Zelleninhalt abhebt. In einem lebhaft functionirenden Drüsenschlauch, vornehmlich daher während der für das thierische Leben günstigen Jahreszeiten, findet man die Kerne in lebhafter Theilung begriffen der Art, dass die Mehrzahl der Zellen mit zwei Kernen versehen sind (cfr. Taf. XXXVI. Fig. 2). Noch verdient angeführt zu werden, dass der Theil der Zelle, der frei in das Drüsenlumen hineinragt, von einem zarten Cuticularsaum überzogen ist, der im lebenden Zustande von weicher Consistenz zu sein scheint, nach Behandlung mit das Eiweiss coagulirenden Substanzen aber als deutlicher solider Saum sich vom übrigen Zellenleibe abhebt. Von diesem Cuticularsaum soll später noch die Rede sein.

Ganz anderer Natur sind die Leberzellen, deren topographisches Verhalten zu den Ferment-Zellen auf dem Querschnitts

Bild in Fig. 2 Taf. XXXVI ersichtlich ist; Fig. 3 stellt dann den Anblick dar, den ein Drüsenschlauch, vom Lumen her betrachtet, darbietet; in der Tiefe zwischen den Leberzellen erblickt man die wenig prominirenden Fermentzellen.

An Stelle der Granula sind die Leberzellen dicht angefüllt mit kleinen bläschenförmigen Gebilden, die bei nicht tiefer eindringender Untersuchung Fetttröpfchen kleinster Art zum Verwecheln ähnlich sehen. Ihre Menge nimmt durchgehends nach dem dem Drüsenlumen zugekehrten Theile der Zelle zu und sie haben zuweilen eine reihenweise Anordnung. Die nächste Umgebung des Zellkernes, welcher der Tunica propria nahe anliegt, ist meist ganz frei von diesen Tröpfchen, sodass man bei Betrachtung der Zellen von der Oberfläche des Schlauches her deutlich den Kern und erst bei tieferer Einstellung die Bläschen wahrnimmt. Von runder Form bekommen sie, wenn sie allzu dicht gedrängt neben einander liegen, zuweilen eine unregelmässig polygonale Gestalt. Sie haben eine gelbliche Farbe, die bei grösseren Tropfen einen bräunlichen Ton annimmt, wodurch sie in ihrer Gesammtheit die gelbliche bis bräunliche Farbe der Drüsenschläuche hervorrufen; sind sie endlich in noch grösserer Menge beisammen, wie es der Fall ist, wenn sie die Leberzellen verlassen und nun im Drüsenlumen als „Secret“ sich angesammelt haben, so erscheinen sie in einer entschieden dunkelbraunen bis olivengrünen Färbung. So kommt es, dass das Aussehen der Drüsenschläuche je nach der Menge der in den Leberzellen enthaltenen Secrettröpfchen, noch mehr aber je nach der Menge des im Drüsenlumen enthaltenen Secretes heller oder dunkler gefärbt erscheint. Hiernach findet auch die häufige Erscheinung, dass einzelne, oft mehrere, von einander getrennte Partien eines Schlauches intensiv dunkel gefärbt sind im Gegensatz zu dem im übrigen hellen Schlauche, leicht darin ihre Erklärung, dass an diesen Stellen das Drüsensecret im Lumen sich massenhafter angesammelt hat.

Schliesslich sei noch bezüglich in Frage stehender Secrettröpfchen angemerkt, dass auch sie, jedoch zum Unterschiede von den Granula der Leberzellen erst nach weit längerer Einwirkung durch Osmiumsäure geschwärzt werden.

Die bedeutende Grösse der Kerne der Leberzellen erkennt man aus Fig. 2 Taf. XXXVI. Sie enthalten ein Kernkörperchen, das zuweilen recht eigenthümlich gestaltet ist, namentlich in solchen Kernen,

die kurz vorher sich getheilt haben; hier hat es oft den Anschein, als sässe dem Kernkörperchen ein kleines Mützchen auf. Wie in den Fermentzellen sind auch in den Leberzellen eines gut functionirenden Drüsenschlauches die Kerne in lebhafter Theilung begriffen, der Art, dass man in einem solchen Schlauche nicht nur die meisten Leberzellen mit zwei sondern auch verschiedene sogar mit drei Theilungsproducten eines Kernes versehen erblickt. Da dies bei Winterthieren bei Weitem nicht in der Weise der Fall ist — und man wird sich erinnern, dass mir nur aus solchen Kellern Thiere zu Gebote standen, in denen die Lebensfunctionen derselben nur wenig herabgesetzt waren — so muss man wohl hieraus entnehmen, dass die Kerne bei der Fabrikation des Secretes seitens der Zellen eine wichtige Rolle spielen. — Eine Zelltheilung selbst wurde niemals bemerkt, wenigstens nicht an den grossen mit Secret gefüllten Zellen, von denen hier allein die Rede ist, also mit Ausschluss der indifferenten Zellen des blinden Endes der Schläuche.

Ehe ich nun dazu übergehe, das Verhalten der beiden Zellenarten gegenüber verschiedenen Reagentien, zu besprechen, um auf diese Weise einer Erkenntniss des Inhaltes derselben näher zu kommen, sei noch kurz dargelegt, welcher Art das Aussehen der Drüsenschläuche ist, die dem Thiere frisch entnommen in Blutflüssigkeit unter das Mikroskop gebracht werden. Ist das Bild, welches sich alsdann darbietet, auch minder anschaulich und übersichtlich, als Osmiumsäure-Präparate es geben, so erkennt man doch deutlich zunächst die Leberzellen, deren Aussehen ja, wie bereits gemeldet wurde, auch durch eine kurze Behandlung mit der genannten Säure wenig geändert wird. Die Secrettröpfchen treten in unveränderter Weise in die Erscheinung und lassen, falls sie zahlreicher angehäuft sind, den Kern schwer erkennen. Obgleich aus demselben Grunde auch die Kerne der Fermentzellen verdeckt werden, heben sich die Letzteren doch wieder durch einen contrastirenden Farbenton von den Leberzellen ab. Die in ihnen aufgespeicherten Granula bringen nämlich einen opaken, milchigen Farbenton zu Wege, der sich noch am ehesten vergleichen lässt mit dem Eindruck, den Gewebe hervorruft, welches mit Kalksalzen angefüllt ist.

Es möge jetzt der Einfluss verschiedener Reagentien auf die Drüsenzellen besprochen werden.

Wird ein Drüsenschlauch sofort nachdem er dem Thiere ent-

nommen ist, in destillirtes Wasser gebracht, so gehen, nachdem er bis zu 12 Stunden darin verblieben ist, wesentliche Veränderungen mit ihm vor, die sich am besten darthun, wenn man auf einen derartig ausgewässerten Schlauch in gewohnter Weise Osmium-Säure einwirken lässt. Nach dieser Behandlung bemerkt man zuerst, dass die Fermentzellen sich nicht mehr schwärzen und findet in Uebereinstimmung hiermit die Granula, in denen wir ja die Ursache der durch Osmiumsäure hervorgerufenen Schwärzung erkannten, geschwunden. Wenn nun trotzdem nach längerer Einwirkung der Osmiumsäure auf einen derart mit Wasser behandelten Schlauch, dieser sich dennoch bräunt und endlich schwärzt, so liegt dies eben an der oben bereits angeführten Thatsache, dass längere Einwirkung auch die Secrettröpfchen der Leberzellen schwärzte; ein Vorgang, der trotz der Auswässerung vor wie nach sich abspielt. — Das einfache Resultat dieser Behandlung ist mithin folgendes: Der körnige Inhalt, die Granula, der Fermentzellen werden durch Wasser extrahirt, die Secretbläschen der Leberzellen dagegen bleiben im Wasser unverändert, d. h. sie werden durch dasselbe weder extrahirt noch nachweisbar alterirt.

Da das Punctum saliens der ganzen Untersuchung die Frage nach der Natur des Secretes ist, soweit das Mikroskop und die noch in den Kinderschuhen steckende mikrochemische Analyse die Beantwortung einer solchen Frage gestatten, so wurde aus guten, weiter unten näher zu erörternden Gründen das Verhalten der Drüsenschläuche Aether gegenüber geprüft. Die Veränderungen, die ein verschieden lange Zeit hindurch extrahirter Schlauch erlitten hatte, wurden auf Querschnittsbildern blossgelegt und lassen sich dahin zusammenfassen, dass Aether die Secretbläschen aus den Leberzellen extrahirt und zwar der Art, dass der Zellenleib intact bleibt, und nun als aus einem feinen Protoplasma-Netze gewebt erscheint, innerhalb dessen Maschen die Secretbläschen eingeschlossen waren. Derartig behandelte Zellen liefern das Bild eines äusserst zierlichen Filigrangewebes; das protoplasmatische Gerüst, welches die Secretbläschen umschloss und das in der Gegend des Zellkernes beginnend nach dem Drüsenlumen zu in dem Maasse wie die Bläschen an Zahl zunehmen, feiner gewebt erscheint, verliert sich in der cuticularen Verdickung der dem Drüsenlumen zugekehrten Peripherie der Zelle. Ueber das Verhalten der Fer-

mentzellen solcher Behandlung gegenüber, kam ich bei der eigenthümlichen Veränderung des ganzen Bildes zu keiner rechten Einsicht, doch geht meine Ansicht dahin, dass dieselben keine wesentliche Veränderung erlitten haben: eine Ansicht welcher Präparate, die nach der Extraction durch Aether mit Osmiumsäure behandelt wurden, das Wort zu reden scheinen.

b. *Typhloniscus Steini* Schöbl.

Nachdem ich¹⁾ vor Kurzem Gelegenheit hatte darauf hinzuweisen, dass bei dem in unterirdischen Wässern lebenden *Asellus cavaticus* Schiödte hinsichtlich der Mitteldarmdrüse ein Zustand fixirt sei, der bei *Asellus aquaticus* nur in der ersten Embryonalzeit sich vorfindet, indem nämlich das obere Paar der Drüsen-schläuche nur den vierten Theil der Länge des unteren erreicht — eine Thatsache, auf die ich weiterhin bei Besprechung der Asellidae noch zurückkommen werde — so musste es für mich von ganz besonderem Interesse sein, das Verhalten dieser Drüse einer anderen unter analogen Bedingungen lebenden Assel untersuchen zu können.

Die Gelegenheit bot sich hierzu durch Auffinden²⁾ des *Typhloniscus Steini* Schöbl. der blinden, pigmentlosen Assel, die von Schöbl³⁾ zuerst in Ameisennestern gefunden wurde. Wenn sie als Landassel auch unter anderen äusseren Verhältnissen lebt als der in unterirdischen Wässern sich aufhaltende *Asellus cavaticus*, so ist sie darum nicht minder ein echtes Mitglied der subterranean Fauna. Dem entsprechend fand sich nun das gleiche Verhalten der Drüsen-schläuche, wie es für *Asellus cavaticus* angezeigt wurde. Also auch hier ist der embryonale Zustand der Drüse fixirt. Allerdings war es, wie sich nachträglich herausstellte,

1) Max Weber: *Asellus cavaticus* Schiödte, Zoolog. Anzeiger Nr. 27. 1879.

2) Ich fand diesen interessanten Isopoden im August d. J. in Ameisenhaufen am Laacher See (Rheinprovinz) in sehr grossen Exemplaren, die vielleicht einer anderen Species angehören. Auch in der Nähe von Bonn kommt derselbe vor.

3) J. Schöbl: *Typhloniscus Steini*. Sitzungsber. d. Wiener Academie Bd. 40. 1860.

schon dem Entdecker unseres Thieres, Schöbl, bekannt, dass das obere Paar der Schläuche kürzer sei als das untere, nicht aber die entwicklungsgeschichtliche Thatsache, die nun noch durch ihre Uebereinstimmung mit dem Verhalten bei *Asellus cavaticus* bedeutungsvoller wird.

Dass dieses Stehenbleiben auf einem primitiven Zustande sich auch noch auf andere Weise kund thut, dürfte aus folgender allgemeinen Betrachtung hervorgehen.

Bei Beschreibung der Muscularis der Drüse bei den oben abgehandelten *Onisciden*, nahm ich Gelegenheit kurz darauf hinzuweisen, dass die Art des Auftretens derselben charakteristisch sei für die auf dem Lande lebenden Isopoden; bei diesen umkreisen nämlich die Muskelringe den Schlauch nicht senkrecht zu seiner Längsachse, wie bei den übrigen Crustaceen insbesondere den Wasserasseln, sondern schräg, kräftige Spiraltouren vortäuschend. Ich brachte diese Ausbildung, die jedenfalls einen höheren, weil zweckmässigeren — für die Entfernung des Secretes aus dem Drüsen-schlauche — Zustand repräsentirt mit dem Landleben in Verband, welches andere Anforderungen an die Drüse stellen wird als das Wasserleben. Die Isopoden sind unter den Crustaceen ja gerade die Ordnung, bei der sich die terripetale Tendenz in deren für den Organismus charakteristischen Folgen auf das deutlichste ablesen lässt. Dies sei, um nicht allzu sehr abzuschweifen, nur an der uns interessirenden Leber nachgewiesen.

Wenn man uns hierbei vielleicht entgegenhalten wird, dass es denn doch allzu viel Gewicht auf eine Anzahl Muskelringe und deren Anordnung legen heisst, so möchte ich demgegenüber bemerken, dass solchen Veränderungen der allgemeinen Einflüsse der Aussenwelt, wie der Veränderung der Lebensbedingungen gegenüber, der Organismus ebensogut durch Veränderung der Muskulatur der Drüsen-schläuche reagiren wird, als durch Transformirung der Tastborsten ¹⁾, der Beine, der Kiemen. Ja vielleicht noch

1) Wie deutlich aber an diesen der Einfluss der Lebensweise zum Ausdruck gelangt, der Art, dass sich hieraus die Verwandtschaftsbeziehungen unserer einheimischen Land- und Süswasser-Isopoden ableiten lassen, konnte ich früher darlegen (Zool. Anzeiger Nr. 27. 1879.). Die dortigen Bemerkungen finden eine neue Stütze in den obigen Auseinandersetzungen über die Mitteldarmdrüse.

mehr. Mit der veränderten Lebensbedingung, mit der Vertauschung des Wasserlebens und dem Landleben, wird sich Hand in Hand mit der an Feuchtigkeitsgehalt geänderten Nahrung auch der nöthige Zufluss von Drüsensecret ändern. Dass diese einem Landthier bei trockener Nahrung reichlicher zufließen muss, als einem sonst gleichgearteten, im Wasser lebenden nächsten Verwandten, liegt auf der Hand. Doch auch thatsächliche Beweise kann ich hierfür beibringen.

Der im Wasser lebende *Asellus aquaticus* (und *cavaticus*) hat zwei Paar Leber-Schläuche, die von parallel zu einander verlaufenden Muskelringen umkreist werden. Die echt amphibiotische *Ligia oceanica*, die ebenso wie *Ligidium* des Wassers nicht entbehren kann, um auf dem Lande leben zu können, zeigt bezüglich der Muscularis einen merkwürdigen Uebergang zu den echten Landasseln. Sie hat drei Paar Schläuche; das äusserste ist nur halb so lang als die beiden inneren und denen des *Asellus* gleichgeartet. Dasselbe gilt für die untere Hälfte der beiden anderen Paare, wogegen die obere Hälfte derselben die Anordnung der Muscularis zeigt, die wir bei den Landasseln kennen lernten. Auch hier zweifelsohne zur besseren Beförderung des angesammelten Drüsensecretes zu der weniger wasserreichen Nahrung. Wenn man mir hierbei entgegenhalten möchte, dass es dann immerhin eigenthümlich sei, dass die echten Landasseln (*Porcellio*, *Oniscus*) im Gegensatz zu *Ligia* nur zwei Paar Drüsenschläuche besitzen, so muss ich darauf antworten, dass eine Vermehrung derselben einfach unmöglich wurde durch die enorme Ausdehnung des Magendarmes, die wieder abhing von der Nahrung, wie sie das Landleben darbot, aber reichlich compensirt ist durch die starke Entwicklung einmal der Schläuche ihrer Dimension nach, dann auch der Musculatur derselben.

Ziehen wir das Facit aus dieser Betrachtung, so sehe ich den primären Zustand der Drüse einmal in der geringen Entwicklung von deren Schläuchen, wie wir sie im Embryonalleben des *Asellus aquaticus* und der *Porcellioniden* sowie dauernd bei *Asellus cavaticus* und *Typhloniscus* antreffen, zum andern Mal in der Anordnung der Muscularis wie sie *Asellus* zeigt. Merkwürdigerweise nun besitzt — und hierauf zielt die ganze Auseinandersetzung ab — auch *Typhloniscus*, doch eine echte Landassel, diesen Typus, was mir Veranlassung gab mich dahin auszusprechen,

dass diese Assel auch in einem zweiten Punkte hinsichtlich ihrer Drüsen-schläuche auf einem ursprünglichen Standpunkte stehen geblieben sei. Ob aber letztere Deutung — Stehenbleiben auf einem ursprünglichen Standpunkte — die richtige ist, oder ob es sich um Rückschlag handelt ist eine andere Frage.

c. Asellidae.

Von den Wasserasseln kamen zur Untersuchung *Asellus aquaticus* und *cavaticus*. Beide wollen wir aus weiter unten zu erörternden Gründen getrennt behandeln und zunächst mit der Beschreibung der Mitteldarmdrüse des *Asellus aquaticus* anheben.

1. *Asellus aquaticus* L.

Die Mittheilungen über den Bau der „Leber“ dieses weit verbreiteten Bewohners unserer Süßwässer sind noch sparsamer als die über die eben abgehandelten Land-Isopoden.

Treviranus¹⁾ war auch hier der Erste, dem wir weitergehende Mittheilungen über die Anatomie der Wasserassel verdanken; bezüglich der Deutung der „Leber“ derselben verfiel er jedoch in denselben Fehler, den er auch bezüglich des *Oniscus* machte. Von da ab ruhte die Untersuchung des *Asellus* soweit sie sich nicht mit der Entwicklungsgeschichte befasste, bis Leydig²⁾ an verschiedenen Orten anatomische Beobachtungen in der bekannten ausgezeichneten Art niederlegte, die jedoch auf unsere gegenwärtige Untersuchung keinen Bezug haben. Auch die Bemerkungen über den Bau in Frage stehender Drüse, die G. O. Sars³⁾ in seiner schönen Monographie über *Asellus* niedergelegt hat, haben gerade unsere Kenntnisse über den feineren Bau unserer Drüse nicht viel gefördert, was nicht verwundern wird, wenn man aus seinen Abbildungen ersieht, dass er nicht mit stärkeren Vergrößerungen an dieselbe herangegangen ist.

1) Treviranus: Vermischte Schriften anatomisch-physiologischen Inhalts. 1816.

2) Leydig: Archiv f. Anat. u. Phys. 1855; ebendort 1860; Naturgeschichte der Daphniden p. 26 ff.

3) G. O. Sars: Histoire nat. des Crustacés d'eau douce de Norvège.

In jüngster Zeit hat dann J. Ritzema-Bos⁴⁾, in einer Dissertation, in welcher die Crustacea hedriophthalmata der niederländischen Fauna in recht übersichtlicher und eingehender Weise zusammengestellt sind, auch auf die Anatomie des *Asellus aquaticus* sein Augenmerk geichtet, leider ohne eine Arbeit seiner Vorgänger zu kennen. Wäre dies nicht der Fall gewesen, so hätte er gewiss Manches in seinen Mittheilungen vermieden.

Da die Drüsenschläuche des *Asellus* einen im Wesentlichen gleichen gröberen und feineren Bau besitzen, wie er soeben für *Porcellio* dargelegt wurde, so wird es jetzt vornehmlich meine Aufgabe sein, das Abweichende beider von einander näher anzuweisen.

Auch beim *Asellus* wird die Mitteldarmdrüse durch vier gleich lange Blindschläuche dargestellt, die am Kaumagen anfangend und dem Darm eng anliegend bis nahe an dessen Ende die Körperhöhle durchziehen. Doch schon im äusseren Ansehen zeigen die einzelnen Blindschläuche eine Abweichung von denen des *Porcellio* und *Oniscus*. Sie erscheinen nicht „spiralg gedreht“, sondern gleichen vielmehr einer Perlschnur oder besser noch einer Fischreuse; sie werden mithin durch parallel zu einander laufende circuläre Vertiefungen, die senkrecht zur Längsaxe des Schlauches denselben umkreisen, in einzelne kugelförmige Abtheilungen geschieden. Es bedarf wohl keiner weiteren Andeutung, dass auch hier die Tunica muscularis das ursächliche Moment für diese äussere Gestalt ist. Ihr und der übrigen Häute Verhalten ist nun folgendes.

Was die Tunica serosa anlangt, so besitzt sie in Uebereinstimmung mit dem Fettkörper, von dem sie herkommt, eine verhältnissmässig geringe Entwicklung. Der ganze Körperbau dieses wasserbewohnenden Isopoden ist zart gegenüber dem der landbewohnenden *Onisciden*, was sich an allen Theilen, namentlich aber an den inneren Organen kenntlich macht. Der Fettkörper, der sich netzartig durch die Körperhöhle ausbreitet, überzieht nur mit zartem, leicht abstreifbarem Gewebe die Drüsenschläuche und repräsentirt durch hier und dort denselben anliegende Zellen, die unter sich und mit dem Fettkörper durch zarte Bänder in Verbindung stehen, die Tunica serosa.

4) J. Ritzema Bos: Bijdrage tot de kennis van de Crustacea hedriophthalmata van Nederland en zijne kusten. Groningen 1874.

Die von ihr überdeckte *Tunica muscularis* hingegen erfreut sich einer guten Ausbildung, und unterscheidet sich nicht unwesentlich von dem Muskelnetz, das wir bei *Porcellio* kennen lernten. Auch hier haben wir zwar Muskelringe und dieselben zu einem engmaschigen Netz verbindenden Connectivfasern, aber gegenüber den unregelmässig und schräg zur Längsaxe des Drüsenschlauches verlaufenden Muskelringen, zwischen denen nicht minder unregelmässig verlaufende longitudinale Fasern angespannt waren, umkreisen bei *Asellus* alle Muskelringe, parallel untereinander laufend und senkrecht zur Längsaxe den Blindschlauch; in gleich regelmässiger Weise verlaufende longitudinale Fasern vollenden dann das minder dichte aber weit regelmässigeres Muskelnetz (cfr. Taf. XXXVI Fig. 4). Hierdurch erklärt sich leicht das Fischreusen-artige Aussehen der Drüsenschläuche. Dasselbe entsteht zunächst nicht „durch die sphärische Form der Epitheliumzellen und die Dünneheit der *Tunica propria*“ wie Ritzema Bos¹⁾ will; denn die Muskelfasern, longitudinale sowohl wie circuläre ziehen, wie es gerade kommt, mitten über die einzelnen Drüsenzellen weg, sodass namentlich bei Contraction der Faser die Zelle an dieser Stelle mit einem Eindruck, einer Furche, versehen wird. Auf Taf. XXXVI Fig. 4 habe ich versucht, dieses Verhalten durch Schatten, der über die Zellen betreffenden Ortes gelegt ist, anzudeuten.

Diese Form der *Muscularis* fand ich bei allen daraufhin untersuchten Crustaceen (*Gammariden*, *Astacus*, *Carcinus*, *Crangon*) allerdings in verschiedenem Grade entwickelt, wieder. Wenn sich, soweit meine Untersuchungen reichen, einzig die landbewohnenden Isopoden von dieser Grundform entfernen, so hat mir — natürlich mit allem Vorbehalt — gedäucht, dass dies vielleicht mit eben diesem Landaufenthalt in Zusammenhang steht. Derselbe bringt eine wasserärmere Nahrung (die *Onisciden* sind ebenso wie *Asellus* herbivor und leben vorzugsweise von vermodernden pflanzlichen Theilen) mit sich und verlangt demgemäss einen reichlichen Zufluss von Secret; im Zusammenhang hiermit steht dann die unzweifelhaft stärkere Entwicklung der Mitteldarmdrüse der Land-

1) Ritzema Bos: Bijdrage tot de kennis van de Crustacea hedriophthalmata van Nederland en zijne kusten. Groningen 1874, pag. 77: Uitwendig vertoonen de leverzakken en enigszins gegolfd voorkomen, dat het gevolg is van den sphaerischen vorm der epitheliumcellen en van de dunheid der *tunica propria*.

Isopoden gegenüber der des *Asellus* und vielleicht auch die andere Form des Muskelnetzes. Dass nämlich dieses kräftiger und ausgiebiger wirken wird als das Muskelnetz des *Asellus*, darf wohl nicht bezweifelt werden; denn einmal ist es um Vieles engmaschiger, wodurch es allseitiger auf die zu entleerenden Zellen einwirken kann, zum anderen Mal dürfte die — wenn ich so sagen darf — spiralförmige Form desselben von wesentlichem Einfluss sein auf die Beförderung des Secretes, als das mehr in einer Richtung wirkende Muskelnetz der Drüsenschläuche des *Asellus*.

Schon bei Besprechung der Muscularis der *Onisciden* hatte ich Gelegenheit mich dahin auszusprechen, dass die Muskelringe als einzelne Muskelzellen aufzufassen seien, entstanden aus relativ grossen Zellen, die dem embryonalen Drüsenschlauche anlagen, spindelförmig auswachsen und sich endlich zu einem Ringe schlossen. Ich befinde mich demnach in Uebereinstimmung mit den Beschreibungen, die Spangenberg¹⁾ von den Muskelringen des Darmes des *Branchipus*, Claus²⁾ von Muskeln der *Arguliden* und ganz besonders neuerdings von der Darmmuskulatur der *Phronimiden* gegeben hat. Namentlich Spangenberg's Angaben von den Muskelreifen des Darmes des *Branchipus stagnalis* passen so genau auf unsere Verhältnisse, dass ich sie hier wörtlich anführen will: „Diese Reifen zeigen Querstreifung und entsprechen jedesmal einer einzigen grossen Zelle, welche anfänglich der Rückenfläche des Darmes aufgelegt haben muss, da sich an dieser Stelle der ursprüngliche Zellkern noch erhalten hat. Die beiden Enden der spindelförmigen Zelle dagegen haben den Darm umgriffen, um sich auf der Unterfläche desselben zu verästeln und entweder mit den Ausläufern benachbarter Zellen zu verschmelzen oder sich im Gewebe der Stützhaut zu verlieren.“ Auch bei *Asellus*-Embryonen gewahrt man meist an der Aussenseite der Drüsenschläuche in einer Reihe gelegene Zellen, die dann in erwähnter Weise den Schlauch umgreifen, sich zu einem Ringe schliessen und durch seitliche Ausläufer unter einander in Verbindung treten. Die ausgewachsenen Muskelringe behalten nun ihre Kerne

1) Spangenberg: Zur Kenntniss d. *Branchipus stag.* Zeitsch. f. wiss. Zool. XXV. 1875.

2) Claus: Ueber d. Entwickl. der *Arguliden*. Zeitschr. f. w. Zoologie. XXV. 1875. Claus: Der Organismus der *Phronimiden*. Arbeiten aus d. zoolog. Institut Wien. II. 1. pag. 31.

in derselben Weise gerichtet wie ursprünglich, woraus sich deren regelmässige Lage erklärt. — Wir haben demgemäss hier wahre quergestreifte Muskelzellen vor uns.

Ueber die den Drüsenzellen zunächst anliegende Umhüllungshaut, die *Tunica propria*, weiss ich nichts Abweichendes zu bemerken.

Richten wir unsere Aufmerksamkeit auf die Drüsenzellen so werden sie uns zwar einige Abweichungen von den gleichen Elementen der *Onisciden* zeigen, doch sind diese Unterschiede in keiner Hinsicht so eingreifend, dass nicht auf den ersten Blick die principielle Gleichheit beider sich erkennen liesse. Wenn wir auch hier mit dem beginnen, was uns Präparate zeigen, die mit Osmiumsäure behandelt wurden, so haben wir im Wesentlichen eine Wiederholung der bekannten Erscheinungen bei den *Onisciden*: Zwei Zellarten, die sich zunächst durch den Farbenton in scharfem Contrast von einander abheben, indem die eine, in bekannter Weise geschwärzt, einen auffallenden Gegensatz zu der anderen, die hell bleibt, bildet. Ganz besonders frappant ist dieser Gegensatz bei Winterthieren oder solchen, die einer mehrwöchentlichen Hungerkur unterworfen waren, da hier die Leberzellen oft nahezu frei von Secretbläschen sind. Doch auch sonst heben sich die Fermentzellen und Leberzellen recht deutlich von einander ab, was besonders in einer Eigenart ihrer gegenseitigen Lagerung, die von der bei *Onisciden* beschriebenen abweicht, zu suchen ist. Nach Art polyedrischer Epithelzellen stossen sie nämlich mit deutlich ausgesprochenen, wohlbegrenzten, graden Contouren an einander und niemals bemerkt man an ihnen unregelmässige, Fortsätze ausschickende Randzonen, mit denen, wie wir bei den *Onisciden* früher sahen, die Fermentzellen unter die Leberzellen greifen (Fig. 4 auf Taf. XXXVI).

Das fernere Verhalten der beiden Zellarten ist im Wesentlichen das uns bereits für die Landasseln bekannte. Die Fermentzellen enthalten eine wechselnde Anzahl feiner Granula, die sich in Osmiumsäure schwärzen, den Kern meist am reichlichsten umlagern, übrigens aber mehr weniger dicht durch die ganze Zelle verbreitet sind. Ich fand diese Granula auch bei echten Winterthieren, die im Frühjahr aus eben aufgethauten Tümpeln gefangen wurden, desgleichen auch bei Thieren, die ich systematisch in kleinen Gefässen hungern liess. Gerade unter solchen

Umständen liessen sich die Fermentzellen leichter erkennen, als bei Thieren, die in gutem Futterzustande waren und demgemäss mit Secret angefüllte Leberzellen hatten.

2. *Asellus cavaticus* Schiödte i. l.

Obwohl der nächste Verwandte des *Asellus aquaticus*, ja ihm so nahe stehend, dass von verschiedener Seite dessen Artberechtigung erst hat bewiesen werden müssen, verdient diese unterirdisch lebende Assel dennoch bezüglich ihrer Mitteldarmdrüse besondere Erwähnung, da diese Drüse einige Eigenthümlichkeiten im gröberen und feineren Bau besitzt, abweichend von dem bei *Asellus aquaticus*, worauf hinzuweisen ich bereits kürzlich in einer kleinen Mittheilung über *Asellus cavaticus* Gelegenheit hatte.

Ich betonte dort, dass in der Gesamtbildung der vier Drüsenschläuche insofern eine Abweichung von dem Verhalten derselben bei *Asellus aquaticus* zu verzeichnen sei, als dieselbe nicht gleich lang seien, sondern je der obere Schlauch der beiderseitigen Drüsenpaare kaum den vierten Theil von der Länge des unteren erreiche, während letzterer in gewohnter Weise dem Darne eng anliegend die Leibeshöhle durchziehe. Ich konnte hierbei auf die immerhin eigenthümliche Thatsache hinweisen, dass demgemäss bei *Asellus cavaticus* „ein Zustand fixirt ist, der bei *As. aquaticus* nur in der Embryonalzeit sich vorfindet.“ Jetzt sei noch beigefügt, dass in einem recht frühen Stadium der Entwicklung, und zwar zur Zeit, wenn der Embryo des *As. aquaticus* noch im Besitz der blattförmigen Organe ist, diese Grössendifferenz der Schläuche besteht, um alsbald durch Auswachsen der kürzeren Schläuche ausgeglichen zu sein. „Bei *As. cavaticus* bleibt nun dieser nur für eine kurze Entwicklungsphase des *As. aquaticus* charakteristische Zustand dauernd bestehen“¹⁾.

Was den histologischen Bau der Drüsenschläuche angeht, so ist zunächst die grosse Zartheit des ganzen Organes zu betonen, die in Einklang steht mit dem zarten Wesen des ganzen Thieres. Letzteres ist aber eine Eigenthümlichkeit, die wohl alle Thiere

1) Max Weber: Ueber *Asellus cavaticus* Schiödte. Zoolog. Anzeiger 1879. Nr. 27.

der Dunkelfauna gegenüber ihren Gattungsverwandten der Tagesfauna darbieten.

Die Serosa der Drüsenschläuche erfreut sich, wie überhaupt der ganze Fettkörper, einer wenig starken Entwicklung. Auch die Tunica muscularis ist von recht zarter Beschaffenheit, im Uebrigen aber nicht abweichend in ihrer Structur. Die Muskelringe sind hier wie dort verbunden durch der Länge nach verlaufende Fasern und verursachen auch das rosenkranzartige Aussehen der Schläuche. Ueber die Tunica propria ist nichts besonderes zu melden.

Anlangend das Drüsenparenchym selbst so glaubte ich mich im Hinblick auf die mitgetheilte geringe Entwicklung der oberen Drüsenschläuche, am vorerwähnten Orte also aussprechen zu dürfen: „Im Gegensatz zu dieser räumlich geringeren Ausbildung der Leberschläuche erscheinen die dieselben aufbauenden Zellen unverhältnissmässig viel grösser als im *As. aquaticus*. Dürfte dies als compensatorisch anzusehen sein?“

Und in der That der Unterschied in der Grösse der Drüsenzellen beider *Aselli* ist ein ganz bedeutender, er betrifft beide Zellarten gleichmässig und ist weit auffälliger als Taf. XXXVI Fig. 6 im Gegensatz zu Taf. XXXVI Fig. 4 darstellt. — Ob auch andere Elementartheile des Organismus bei *Asellus cavaticus* eine so ausnahmsweise Grösse erreichen, weiss ich zur Stunde noch nicht; wäre dem der Fall, so würde dies an ähnliche Verhältnisse des *Proteus* erinnern. Im Uebrigen zeigen die Drüsenzellen gleiche Beschaffenheit, gleichen Inhalt wie diejenigen der in den Tagewässern lebenden Assel. Doch zeichnen sich ebenfalls die Zellkerne durch ihre riesige Grösse aus. Besondere Erwähnung verdient, dass auch die Granula der Fermentzellen, die bei *Asellus aquaticus* schon durchgehends grösser sind als bei den *Onisciden*, bei *Asellus cavaticus* wiederum eine bedeutendere Grösse haben als beim *As. aquaticus*. Die Leberzellen werden stets nur sparsam mit hellen Secrettröpfchen besetzt angetroffen; wie denn auch aus manchen anderen Gründen erschlossen wurde, dass der Stoffwechsel dieser unterirdisch lebenden Assel kein allzu reger sei.

Nachdem ich in den vorstehenden Zeilen darauf ausgegangen bin, den gröberen und feineren Bau der Mitteldarmdrüse der *Isopoden* an vier Vertretern derselben, die doch den möglichst verschiedenen Lebensbedingungen ausgesetzt sind, darzulegen, nachdem ich somit glaube eine genügende morphologische Grundlage gewonnen zu haben, dürfte es jetzt an der Zeit sein den Versuch einer Lösung der Frage zu wagen: „welcher Art ist der Inhalt der beiden Zellenarten, welches seine Function, welches seine Bedeutung für den Organismus“, um dadurch soweit möglich die Function der Drüse feststellen zu können.

Bei Beurtheilung der folgenden Zeilen möge man gütigst im Auge behalten, dass ich mich, die streng morphologische Beschreibung verlassend, auf ein gewagtes Gebiet hinausbegeben habe, auf welchem keine Vorarbeiten die Schritte leiten, oder nur solche Arbeiten, denen sich allein noch historisches Interesse, keine Belehrung mehr abgewinnen lässt. Erschwerende Umstände der Untersuchung bieten ferner die Veränderungen nach Jahreszeit, Nahrungsaufnahme, und manchen anderen Zuständen, die sich in der Drüse abspielen und sich unseren Blicken theils ganz entziehen, theils nur schwer enthüllen lassen.

Für unsere Betrachtung dürfte es zweckdienlich sein, zunächst auf die Eigenschaften des Secretes der Drüse, wie es sich in deren Lumen angesammelt findet, einzugehen. Es wurde bereits hervorgehoben, dass dasselbe eine braune Farbe habe mit einem schwachen Stich ins Grünlichgelbe. Dasselbe ist specifisch schwerer als Wasser, wie daraus hervorgeht, dass bei Eröffnung eines Drüsenschlauches unter Wasser, dessen Secret wolkig auseinander fahrend, zu Boden sinkt, sich dann aber allmählich dem Wasser beimischt. Es ist mithin auch in Wasser löslich. Dass dasselbe vorwiegend von den Leberzellen geliefert wird, braucht wohl kaum angedeutet zu werden, denn 1. nehmen diese Zellen den grössten Raum der Zellauskleidung der Drüsenschläuche ein, sowohl was die Flächenausdehnung als auch namentlich die Ausdehnung der Zellen in die Höhe anbelangt, 2. ist entsprechend dieser Thatsache das Secret, welches diese Zellen befassen und secerniren können, natürlich massenhafter, als dies für die Fermentzellen gilt; 3. befindet sich das Secret nach Consistenz und optischem Verhalten in Uebereinstimmung mit den Secretbläschen der Leberzellen.

Die Granula der Fermentzellen scheinen sich in dem Drüsensecret zu lösen; denn in demselben bemerkt man nichts von ihnen, auch nicht nach Zusatz von Acid. osmicum. Da die Granula im Wasser löslich sind, so hat dies nichts widersinniges. Wenn nun auch diese Annahme richtig ist, so werden doch andererseits die Eigenschaften des Secretes hierdurch nicht so sehr verändert werden, dass sie nicht auch als die vorwiegenden Eigenschaften der Secretbläschen der Leberzellen betrachtet werden dürften, um so mehr, da diese ja doch das vorwiegende Constituens des Secretes bilden. Die Eigenschaften, die wir dem Secrete zuerkennen dürfen, werden daher auch vornehmlich Geltung haben für die Secretbläschen der Leberzellen.

Bringt man das Secret in wässerige Lösung, indem man zerkleinerte Drüsenstücke mit destillirtem Wasser extrahirt, welches alsdann eine gelbe Farbe annimmt; so lassen sich hiermit spectral-analytische Prüfungen vornehmen, die mir folgende Resultate lieferten. Bei gleichzeitig angestellten Controllversuchen mit höchst verdünnter Galle vom Frosch und vom Ochsen, stellte sich eine unverkennbare Uebereinstimmung der Absorptions-Spectren der Frosch-Galle und des wässerigen Drüsensecretes des Asellus heraus.

Dieses durch Wasser verdünnte Secret gab ferner auf Zusatz von Acid. nitr. fumans Farbenringe, die lebhaft an die Gmelin'sche Reaction erinnerten. Sie liessen sich kaum von den Farbenringen unterscheiden, die bei gleicher Behandlung sehr verdünnte ¹⁾ Frosch- und Ochsegalle lieferte. Die unzureichende Menge, der zu solchen Versuchen nöthigen kleinen Crustaceen gestattete leider nicht mit einem concentrirteren Extract der Drüsenschläuche diese Versuche zu wiederholen und erlaubt daher nicht mit Sicherheit sagen zu können: das Drüsensecret gibt die Gmelin'sche Reaction ²⁾. Endlich sei noch angeführt, dass man zuweilen das Glück hat in den Darmententis wohlausgebildete Chole-

1) Die Galle wurde bis zu dem Grade verdünnt, dass sie eine nahezu gleiche Farben-Intensität hatte, wie das verdünnte Drüsen-Secret des Asellus.

2) Dass die neuerdings durch Cadiat (Gazette medicale de Paris 1878) gewonnenen Resultate, von denen ich leider erst nachträglich Kenntniss nehmen konnte, die hier geäußerte Ansicht über eine Gmelin'sche Reaction in erfreulicher Weise stützen und ihnen das Unsichere nehmen dürften, soll am

stearin-Krystalle ¹⁾ anzutreffen. Auch dürfte hier die Bemerkung ihren Platz finden, dass nicht nur in den Excrementen der *Onisciden*, die mit rohen Kartoffeln gefüttert wurden, sondern auch in denen des *Asellus aquaticus*, der sich vorwiegend von vermodernden Wasserpflanzen (*Callitriche*, *Ceratophyllum*, *Lemma* u. s. w.) ernährt, prächtvolle Stärkemehlkörner vorkommen.

Diese verschiedenen mitgetheilten Befunde dürften nun wohl die Ansicht nicht unwahrscheinlich machen, dass in dem Drüsensecret Farbstoffe enthalten sind, die den Gallenfarbstoffen der Vertebraten nahe stehen dürften, wahrscheinlich aber, selbst wenn sie diesen durchaus chemisch nicht identisch sind, für den Thierkörper eine gleiche functionelle Rolle spielen. Die Production dieser Farbstoffe suche ich nun in den Leberzellen, ihren Sitz in eben den Secretbläschen derselben. Wenn wir denselben nun auch eine fettartige Natur zuschreiben müssen — ich sage fettartig, da sie in vielen Hinblicken sich entschieden nicht unter den Begriff Fett bringen lassen —, so dürfte hierin durchaus kein Gegenbeweis gegen unsere Ansicht liegen, da es ja genügend bekannt ist, dass namentlich bei Wirbellosen das Fett Pigmente gelöst enthält. Wenn man auch demgegenüber einwenden könnte, dass dann auch das Vorkommen gefärbten Fettes in der Drüse nichts Absonderliches sei und die alte Ansicht bestehen lassen möchte, dass dieselbe weiter nichts sei als ein Fettreservoir, so muss ich demgegenüber erwiedern, dass es doch ein besonderer Zufall wäre, wenn bei wohl allen Crustaceen, die sich einer gesonderten Mitteldarmdrüse erfreuen, gerade diese den Vorzug haben sollte, gefärbtes Fett zu deponiren, während die übrigen fetthaltenden Gewebtheile sich damit begnügen müssen, ungefärbtes Fett zu be-fassen ²⁾. Ich glaube vielmehr, dass es gerade eine functionelle

Schlusse dieses Abschnittes dargethan werden. Cadiat gelang es nämlich ebenfalls bei den verschiedensten wirbellosen Thieren in den Darmdrüsen Farbstoffe nachzuweisen, welche die Gallenfarbstoff-Reaction mit Salpetersäure geben.

1) Diese wurden auch von Schlemm bei *Astacus* gesehen und abgebildet: *De hepate ac bile crustaceorum et molluscorum quorundam. Dissertatio.* Berol. 1844.

2) Denn dass auch in anderen Gewebtheilen gefärbte Fetttropfen — die Schmuckfarben — vorkommen, z. B. bei *Gammarus Roeselii* und *locusta*,

Eigenthümlichkeit unserer Drüse ist, **Farbstoffe zu produciren und nach Aussen zu schaffen**. Es ist auch nicht abzusehen, welche Bedeutung es haben sollte, in den Drüsenzellen Fett in solcher Masse abzulagern, da doch der Fettkörper das Fettdepositorium par excellence ist; noch weniger begreiflich wäre es aber, dass dieses Fett nun in den Darm ergossen würde — und thatsächlich verlassen ja die Secrettröpfchen ihre Zellen um das Drüsensecret zu bilden. — Wohl aber kann man sich vorstellen, dass hier „Gallenfette“ vorliegen.

Wenn ich hierbei den Nachdruck auf „Galle“ legen möchte, so ist es selbstverständlich, dass ich nicht der Meinung bin auf Grundlage der morphologischen Befunde und der Versuche, deren primitives Wesen und deren zahlreiche Lücken ich völlig anerkenne, in den Leberzellen ein Secret nachgewiesen zu haben, das mit den Gallenfarbstoffen, wie sie uns zur Zeit von den Wirbelthieren her bekannt sind, chemisch übereinstimmt. Wohl aber glaube ich, dass wir es hier mit einem Gemenge zu thun haben, welches functionell diesen thierischen Farbstoffen gleichwerthig ist und im Stoffwechsel des Crustaceenkörpers dieselbe Rolle spielt, wie die Gallenfarbstoffe in dem des Wirbelthierkörpers.

Von diesem Gesichtspunkte aus halte ich mich denn auch berechtigt, die Zellen, die das in Frage stehende Secret produciren und enthalten: „**Leberzellen**“ zu nennen, wobei ich stets bereit sein werde, eine plausibeler klingende Auffassung mit Dank anzunehmen.

Die zweite Zellenart habe ich bisher unter dem Namen: „**Fermentzellen**“ aufgeführt und ihrem morphologischen Verhalten nach näher beleuchtet. Dass dieser Name mit Rücksicht darauf gewählt wurde, dass ich der Meinung bin, in ihnen Zellen sehen zu müssen, deren Secret fermentirend auf die Ingesta wirkt, bedarf keiner Erklärung, wohl aber diese Meinung eines Beweises.

Ich will damit anheben, dass es nach den schönen Untersuchungen Hoppe-Seylers und Krukenbergs jetzt wohl zu den gesicherten Thatsachen gehört, dass die Mitteldarmdrüse der

wird man nicht gegen mich anführen, da sie ja eben durch ihr vereinzelttes Auftreten aus dem übrigen Fettgewebe sich herausheben und damit einen „Schmuck“ bilden.

Crustaceen Enzyme secernire, dass mithin in ihr fermentbildende Zellen vorkommen müssen. Da aus naheliegenden Gründen die beiden genannten Forscher — auch Krukenberg nicht, der im Uebrigen eine grosse Zahl von verschiedenen Crustaceen auf das genaueste untersuchte — solche kleine Kruster, wie die *Onisciden* und den *Asellus*, nicht zu ihren Studien über den Drüsensaft verwandt hatten, musste ich mir zunächst die Frage vorlegen, ob auch die Drüse dieser Crustaceen ein verdauungskräftiges Ferment secernire. Es liegt auf der Hand, dass zur Beantwortung dieser Frage eine reichliche Anzahl von Asseln erfordert wurde. Wenn daher meine Versuche, bei deren Anstellung ich mich seinerzeit in Bonn der gütigen Hilfe meines, in solchen Dingen so wohl bewanderten Freundes Dr. Nussbaum zu erfreuen hatte, durch Mangel an genügendem Material und durch Ortswechsel auch nicht die gewünschte Ausdehnung erreichen konnten, so dürfen doch immerhin die gewonnenen Resultate für unsere gegenwärtigen Absichten als vollkommen ausreichend gelten. Aus diesen Versuchen sei Folgendes mitgetheilt.

Einer Anzahl verschieden grosser Thiere von *Porcellio* wurden die Drüsenschläuche entnommen. Dieselben waren verschieden gefärbt, bei einzelnen waren sie blass-gelb, bei anderen dunkel-orangeroth, wieder bei anderen grau-gelb. Für diese Farbenunterschiede liessen sich keine Beziehungen finden, weder zum Füllungsgrade des Darmes, noch zum Geschlecht des Thieres, noch zu dessen Grösse, noch endlich zum jeweiligen Zustande des Hautpanzers hinsichtlich dessen Häutung ¹⁾. Diese Drüsenschläuche wurden in drei gleiche Portionen vertheilt. Die eine derselben wurde in einer 0,1 %, die zweite in einer 0,2 % Lösung von Acid. muriat., die dritte endlich in einer 0,5 % Kochsalzlösung mit einer gut gereinigten Fibrinflocke zusammengebracht und bei kühler Zimmertemperatur (12°—14° R.) 24 Stunden lang darin belassen. Die

1) Dieser Thatsache geschieht hier Erwähnung mit dem Auge auf Cl. Bernard's jüngste Mittheilungen. Der berühmte französische Physiolog will nämlich gefunden haben, dass die „Leber“ des *Astacus* und anderer Decapoden nur in der Zwischenzeit zwischen zwei Häutungen eine „sécrétion biliaire“ hat und dass zur Zeit der Häutung eine Glycogenbildung Statt hat. Weiter unten werde ich Gelegenheit haben, diesbezüglich meine entgegengesetzte Ansicht zu entwickeln.

Fibrinflocke in der 0,2 % Salzsäure-Lösung zeigte sich vollständig verdaut und ergab sich hier eine deutliche Pepton-Reaction. Für die 0,1 % Lösung liess sich diese nicht nachweisen. — Anlangend die 0,5 % Kochsalzlösung, so kam ich nach dem einmaligen Versuche zu keiner bestimmten Ansicht. — Aus dem Mitgetheilten geht also mit Sicherheit hervor, dass die Drüsenschläuche jedenfalls ein peptisches Enzym secerniren und dass mithin bezüglich der Thatsache, dass die Mitteldarmdrüse ein verdauungskräftiges Secret liefert, die Isopoden sich nicht unterscheiden von den übrigen von Krukenberg untersuchten zahlreichen Crustaceen.

Lagen einmal berechtigte Gründe vor nach Fermentzellen suchen zu dürfen, so konnte nicht lange Zweifel darüber obwalten, in welchen der beiden Zellenarten diese gesehen werden mussten. Der Auffassung, zu der ich gedrängt werde, habe ich denn auch bereits durch Wahl des Namens „Fermentzellen“ Ausdruck verliehen. Als Zeugniss dafür, dass bei dieser ganzen Untersuchung nicht Voreingenommenheit im Spiele war und das Object sich dem beobachtenden Auge und dem suchenden Geiste gefällig erwies, ist es vielleicht erlaubt anzudeuten, dass auf umgekehrtem Wege als dem soeben befolgten, diese Resultate gewonnen wurden. Einzig bekannt mit der landläufigen Ansicht in der Mitteldarmdrüse der Crustaceen ein mit den vagen Functionen einer „Leber“ betrautes Organ erblicken zu müssen, gab der Fund der Fermentzellen des *Asellus* durch deren grosse Aehnlichkeit mit den ebenfalls mit Osmiumsäure behandelten Fermentzellen, wie sie uns Nussbaum bei den Wirbelthieren hat kennen gelehrt, zuerst Veranlassung nach stichhaltigeren Gründen für eine eventuelle Vergleichung derselben zu suchen, als eine gewisse ähnliche äussere Erscheinung sie an die Hand gibt.

Solche stichhaltigere Gründen glaube ich nun in folgenden Punkten zu finden.

1. Aus den Befunden Hoppe-Seyler's und ganz besonders Krukenberg's liess sich schon erschliessen, dass auch die Mitteldarmdrüse der Isopoden einen Verdauungssaft secerniren, durch angestellte Versuche konnte ich dies zur Thatsache erheben. Die Frage, die nun zur Entscheidung vorlag, war folgende: Produciren die Zellen, die ich Leberzellen, oder diejenigen, die ich Fermentzellen nannte, dieses verdauungskräftige Ferment.

2. Dass dies in den Leberzellen nicht geschieht, dafür sprechen die Eigenschaften des Secretes derselben; und diese Eigenschaften sind in keinem Punkte solche, wie sie uns derzeit von Fermenten bekannt sind. Im Gegentheil, Alles weist darauf hin, dass dieses Secret eher Alles mögliche andere sein kann, als gerade ein Verdauungsferment. Seine fettartige Natur — wobei wir von dem in ihm enthaltenen Farbstoffe gar nicht einmal reden wollen — die Thatsache, dass es weder durch Wasser noch durch Glycerin, wohl aber durch Aether extrahirt wird; Alles dies spricht gegen die Leberzellen als Producenten des Verdauungsfermentes und begünstigt andererseits die bereits motivirte Auffassung, dass hier Zellen vorliegen, die gewisse Functionen der Leber verrichten.

3. Schon per exclusionem müssen wir daher in der zweiten Zellenart die Fermentbildner suchen. Doch nebenbei gibt es auch positive Thatsachen, die ihr Gewicht zu Gunsten dieser Ansicht in die Waagschale werfen.

Zum Ausgangspunkt meiner ganzen Untersuchung nahm ich die Erscheinung, dass die eine Zellenart (Fermentzellen) der Drüsen-schläuche sich in Osmiumsäure rasch und intensiv schwärzt, während das Secret der anderen (Leberzellen) erst nach längerer Einwirkung der Säure seinen Indifferentismus dieser gegenüber aufgibt — ganz analog dem Fett und der Galle. Wenn ich nun hieraus Schlüsse ziehe über das Wesen dieser Secrete, so stütze ich mich hierbei auf die eigenthümliche Reaction der Osmiumsäure auf Fermente, wodurch es Nussbaum ¹⁾ gelang, den Sitz dieser in den Verdauungsdrüsen der Wirbelthiere auf das deutlichste nachzuweisen. Die Bedingung, um dies thun zu dürfen, lag dann wieder für mich in der Thatsache, dass auch unsere Drüse auf Ingesta fermentirend einwirkt. Entsprechend dieser Thatsache deute ich nun auch die Zellenart, die die Nussbaum'sche Reaction gibt, als Fermentbildner.

Neben diesem Analogie-Schluss will ich dem auffallend übereinstimmenden Aussehen der Granula der Fermentzellen der Isopoden mit denen der Wirbelthiere (Fermentzellen der Labdrüsen

1) M. Nussbaum: Die Fermentbildung in den Drüsen. 1. Mittheil. Arch. f. mikrosk. Anatomie. Bd. XIII. 2. Mitth. ebenda. Bd. XV. 3. Mitth. ebenda. Bd. XVI.

Speicheldrüsen) nicht zu viel Gewicht beilegen, jedoch schliesslich noch hervorheben, dass es ebenso wie bei den Fermentzellen der Wirbelthiere, so auch bei denen der Isopoden gelingt, nach Extraction der Drüse mit Wasser oder Glycerin die charakteristische Schwärzung durch Osmiumsäure aufzuheben, da ja eben die Granula hiedurch extrahirt werden.

Endlich will ich noch eine Betrachtungsweise zu Gunsten meiner Ansicht entwickeln. Man könnte gegen dieselbe mit vollem Rechte vorbringen, dass der körnige, in frischem lebendem Zustande ungefärbte, das Licht brechende, mit Osmiumsäure sich schwärzende Inhalt der Fermentzellen noch manches andere als gerade ein Ferment sein könne. Auch ich habe mir diesen Einwand gemacht und danach meine Untersuchung eingerichtet. Ich glaube man könnte hierbei füglich nur folgende Körper im Sinne haben: ein Kalksalz, harnsaure Salze ¹⁾, Traubenzucker und Glycogen.

Was die beiden ersten angeht, so konnten sie nach Anwendung der bekannten Reagentien ²⁾ alsbald ausgeschlossen werden. Ebenso Traubenzucker, da derselbe sich in Osmiumsäure nicht schwärzt. Dasselbe gilt vom Glycogen; wiederholte Versuche belehrten mich, dass dieser Körper sich in Osmiumsäure durchaus nicht schwärzt, sondern zu einer kleisterartigen Masse auflöst. Gegen die Annahme, dass Glycogen in den Fermentzellen enthalten sei, sprach von vornherein schon die Thatsache, dass auch bei hungernden Thieren, desgleichen beim winterschlafenden *Asellus* die Granula sich vorfinden, was doch für Glycogen nicht gegolten hätte.

So komme ich denn wiederum per exclusionem zu dem Schlusse, dass die Zellen, die ich Fermentzellen nannte, in der That Fermentbildner sind, dass sie der Ort sind, wo der fermentirend auf die Ingesta wirkende Theil des Secretes der Mitteldrüsen producirt wird.

1) Ich habe hier die Malpighi'schen Gefässe im Auge.

2) An dieser Stelle möchte ich das kohlen saure Lithion in concentrirter Lösung zum mikrochemischen Nachweis harnsaurer Salze besonders empfehlen. Auf Anrathen Dr. Nussbaum's gebrauchte ich dasselbe vielfach beim Studium der Crustaceen mit vielem Erfolg, so zum Nachweis harnsaurer Concremente im Fettkörper etc. Dasselbe verändert die Gewebe unbedeutend.

Ueber die Werkstätte des Secretes in toto habe ich mir aber folgende Vorstellung gebildet.

Die Mitteldarmdrüse steht zweierlei Functionen vor. Einmal einer solchen, die wir einen Theil der Thätigkeit der Leber höherer Thiere ausmachen sehen, nämlich die Bildung von thierischen Farbstoffen, zum anderen Mal einer solchen, die, abermals bei höheren Thieren, den Verdauungsdrüsen des Darmes zufällt, nämlich die Bildung von verdauungskräftigem Ferment. Um dieser doppelten Anforderung zu genügen, herrscht in der einschichtigen Zellenlage der Drüse Arbeitstheilung, indem entsprechend den zwei besonderen Arten der Thätigkeit zwei besondere Zellenarten da sind, um diese zu verrichten. Nach Art der Felder eines Schachbrettes lagern diese neben einander. Die eine flächenhaft, nur wenig in der Höhengausdehnung entwickelt, bildet ein körniges Secret: „Fermentzellen“, die andere in allen Dimensionen grösser, namentlich aber in der Höhengausdehnung, bildet Secretbläschen, die einen Farbstoff enthalten: „Leberzellen“.

Da somit die bisher übliche Bezeichnung „Leber“ für die Drüse nur die eine Eigenschaft derselben zum Ausdruck bringt, so möchte ich für dieselbe den Namen Hepatopancreas in Vorschlag bringen. Derselbe ist zuerst von Krukenberg¹⁾ für die Leber (Pankreas) der Fische angewendet worden; er schreibt: „Was als Leber bezeichnet wurde, ist Leber und Pankreas zugleich, es ist ein Hepatopancreas.“ Wenn er alsdann weiter schreibt: „Solche Schlüsse waren bei den Evertebraten noch nicht erlaubt; von deren Lebern wissen wir noch nicht, ob wir sie in mehrere Organe auflösen werden; ob ihr Secret aus functionell verschiedenen Zellen stammt“, so glaube ich für die oben beschriebenen Crustaceen dargethan zu haben, dass das zwiefach geartete Secret der Mitteldarmdrüse derselben zwei functionell verschiedenen Zellenarten entstammt, es dürfte somit wohl mit einigem Rechte auch hier das einheitlich erscheinende Drüsenorgan durch die Bezeichnung Hepatopancreas in seiner doppelten Function charakterisirt werden. Dass damit dieses Secret nicht der Galle und

1) Krukenberg: Vergl. physiol. Beiträge zur Kenntniss der Verdauungsvorgänge. Untersuch. aus dem physiolog. Institut Heidelberg. Bd. II. Heft 1. 1878.

dem Pancreassaft der Wirbelthiere chemisch identificirt werden soll, liegt auf der Hand, es soll nur die functionelle Gleichwerthigkeit durch die Wahl dieses Namens zum Ausdruck kommen ¹⁾.

II. Amphipoda.

Aus diesem Formenkreis untersuchte ich zur Zeit nur verschiedene Vertreter der Familie der *Gammariden*, nämlich die beiden in unseren Süßwässern lebenden: *Gammarus pulex* DeGeer und *fluviatilis* Roesel, ferner den unterirdisch lebenden *Gammarus (Niphargus) puteanus* Koch und als Vertreter der marinen Fauna: *Gammarus marinus* Leach, *G. locusta* L., sowie *Talitrus* und *Orchestia*. Da die Mitteldarmdrüse derselben insgesamt nach einem Schema gebaut ist, gelten die nachfolgenden Mittheilungen für alle. Dieselben mögen eingeleitet sein mit einem kurzen Referate über das, was bereits über dieses Organ in der Literatur niedergelegt ist.

1) Nachträglich finde ich, nach Abschluss des Obigen, höchst wichtige Mittheilungen von Cadiat (Gazette médicale de Paris 1878, pag. 270), die eine bedeutsame Stütze bilden dürften für das, was ich hinsichtlich einer Gmelin'schen Reaction des Farbstoffes der Leberzellen anführen konnte. Cadiat untersuchte nämlich die Hundeplocenta, die Leber der Gasteropoden, die Malpighi'schen Gefäße der Insecten und die Darmdrüse der Holothurie und fand stets Farbstoffe in diesen, die mit Salpetersäure dieselben Farbenveränderungen wie die Galle der Wirbelthiere erleiden. Ja sogar bezüglich der zusammengesetzten Ascidien kann Cadiat sagen: „on trouve de même dans les parois mêmes du tube digestif des cellules remplies de matière brune qui subit les reactions de la biliverdine.“ Obwohl er nun die Crustaceen nicht untersucht hat, kommt er doch zu folgendem Schlusse: „Ainsi dans toute la série animale partout où existe une cavité digestive se trouve un organ biliaire avec des dispositions à peu près identiques“. Die Lücke in seiner Untersuchungsreihe dürfte durch das oben Mitgetheilte ausgefüllt sein und unser beider Resultate einander in erfreulicher Weise stützen.

Wie überhaupt die Familie der *Gammariden* schon vielfach die Aufmerksamkeit der Naturforscher gefesselt hat, so besitzen wir denn auch über die „Leber“ derselben einzelne detaillirte Angaben, ja man kann wohl sagen in mancher Hinsicht die genauesten über den feineren Bau dieser Organe bei den Crustaceen überhaupt.

Die ersten beachtenswerthen Aufzeichnungen dürften sich in dem bereits mehrfach citirten Werke Frey's und Leuckart's¹⁾ finden. Speciellere Angaben, namentlich die Umhüllungs-Häute der „Leber“ des *Gammarus* betreffend, machte dann Leydig²⁾, die späterhin gleichzeitig durch ihn selbst³⁾ und durch von la Valette St. George⁴⁾ erweitert wurden. Von ersterem Forscher durch eine schematische Abbildung des blinden Endes eines Drüsenschlauches, von Letzterem endlich durch eine, durch Abbildungen erläuterte kurze Darstellung der Umhüllungs-Häute und der Drüsenzellen der Drüsenschläuche des *Gammarus puteanus*. Dies ist die genaueste Mittheilung über das Verhalten dieser Häute, die wir bislang nicht nur bezüglich der *Gammariden*, sondern der *Crustaceen* überhaupt besitzen. Ueber die secretorischen Zellen dagegen lassen sich beide Forscher nicht weiter aus, jedenfalls erweitern sie die vorausgehenden Mittheilungen Frey's und Leuckart's nicht. Eine Bereicherung haben unsere Kenntnisse von diesen Organen seither kaum erfahren; denn weder Bruzelius' Untersuchungen haben Berichtendes oder Neues beigebracht nach auch Sars durch sein genaues Studium des *Gammarus neglectus* unseren Gesichtskreis in dieser Hinsicht wesentlich erweitert.

Was das mikroskopische Verhalten der vier Drüsenfollikel angeht, die paarweise dem Darne eng anliegend vom Magen bis in die Nähe des Afters sich erstrecken, so will ich auf die Abbildung bei von la Valette vom *Gammarus puteanus* und diejenigen die G. O. Sars von verschiedenen *Gammariden* des süßen Wassers geliefert hat, verweisen. Man wird aus diesen ersehen, dass die Drüsenschläuche dieser *Gammariden* in ihrer äusseren Gestaltung viel Uebereinstimmendes mit denen des *Asellus aquat.*

1) Frey u. Leuckart: Lehrb. d. Anat. d. Wirbell. Thiere. 1847.

2) Leydig: In Müller's Archiv 1855 p. 452.

3) Leydig: Lehrb. d. Histologie. p. 362.

4) von La Valette: De gammaro puteano. Dissertatio. Berolini. 1857.

haben. Gleich diesen erhalten sie durch circuläre, in geringen Abständen von einander parallel verlaufenden Einschnürungen ein nahezu fischreusenartiges Ansehen, das sich jedoch niemals in so ausgesprochener Weise wie bei *Asellus* darthut.

Die bereits mehrfach erwähnten drei Umhüllungshäute finden sich auch hier wieder.

Hinsichtlich der äussersten derselben: der *Tunica serosa*, hatte ich schon Gelegenheit deren besonders starke Entwicklung hervorzuheben. Ihr feineres Verhalten zum Drüsenschlauche ist folgendes. Das blinde Ende desselben ist meist dicht von Zellen des Fettkörpers überdeckt, der Art, dass dieselben eine geschlossene Zellenlage bilden. In dem Maasse wie der Umfang des Schlauches zunimmt, verliert dieses Zellenstratum seinen innigen Zusammenhang und löst sich zu einem mehr oder weniger engmaschigen Netze auf, wie es Fig. 1 Taf. XXXVII darstellt. Stets steht dasselbe durch Zellenstränge in innigem Verbande sowohl mit den gleichen Netzen der benachbarten Drüsenfollikel und des Darmes, als auch mit dem eigentlichen Fettkörper, der sich, der Leibeswand anliegend, durch den ganzen Körper ausbreitet.

Die Zellen der *Tunica serosa* treten nun, ebenso wie die Zellen des Fettkörpers selbst, recht verschieden geartet in die Erscheinung. Wenn man dieser Thatsache nachgeht und von dem nächstliegenden aber einseitigen Gesichtspunkte absieht, dass zweifelsohne dem Fettkörper und dessen Derivaten auch die Aufgabe zufällt, ein Stütz- und Bindemittel für die Organe der Leibeshöhle abzugeben, so wird man allmählich weniger der Ansicht Raum geben, dass wir es beim Fettkörper n'ur mit einer liegendebliebenen Summe von Mesoderma-Zellen zu thun haben, gewissermassen einem todtten Material, gut genug, um Fett und Excretionsstoffe darin zu deponiren. Im Gegentheile, ein eingehenderes Studium des Fettkörpers dürfte vielleicht vielmehr darthun, dass derselbe neben seinen mechanischen Functionen, wodurch er sich die Bezeichnung „Mesenterium“ erworben hat, eine lebhaft agirende chemische Werkstatt ist, welche aus dem kreisenden Blute Fett und Auswurfstoffe aufnimmt und vielleicht noch manches andere activ ausführt, statt der passiven Rolle, die man ihr zuzuthemen geneigt ist. So dürfte vielleicht das verschiedenartige Aussehen der den Fettkörper und die *Tunica serosa* aufbauenden Zellen, auf welche

hier näher einzugehen zu weit führen würde, seine Erklärung finden.

Dass die nun folgende Umhüllungshaut, die *Tunica muscularis*, in ihren Grundzügen sich gleich verhalten muss derjenigen des *Asellus aquaticus*, lässt schon die Gleichheit der äusseren Form der Drüsenfollikel beider erwarten. Wir finden auch hier die ringförmigen Einschnürungen des Schlauches bedingt durch circuläre Muskelfasern, die ebenfalls durch longitudinale Fasern zu einem Netze verbunden sind. Da letztere in weit grösserer Zahl vorhanden sind, als beim *Asellus*, so ist das Muskelnetz beim *Gammarus* um Vieles engmaschiger. Die circulären Fasern jedoch sind ungefähr gleichweit wie beim *Asellus* von einander entfernt und auch von nahezu gleicher Stärke. Letzteres hinwiederum gilt nicht für die longitudinalen Fasern, deren grössere Feinheit compensirt wird durch grössere Zahl. In wie weit dieses damit im Zusammenhang steht, dass die Secretionszellen bedeutend kleiner sind als die der Wasserassel und somit ein engmaschigeres, wenn auch an und für sich nicht kräftigeres Muskelnetz von Vortheil sein musste, um die mit Secret gefüllten Zellen zu entleeren, soll später näher angedeutet werden.

Ueberflüssig wäre es, wohl noch besonders auszuführen, dass auch hier die circulären Fasern einer einzelnen Muskelzelle entsprechen, was auch diesmal wieder der je einem Muskelringe zukommende Kern, die insgesamt in einer Richtung liegen, darthut. Dort wo der Kern liegt ist der Muskelring breiter als anderwärts und gibt zahlreiche auch schräg verlaufende Connectivfasern ab.

Die *Tunica propria* endlich ist, wie bisheran stets, eine glashelle structurlose Membran.

Was die uns hier interessirende Literatur angeht, so sei folgendes angemerkt. Die drei geschilderten Umhüllungshäute waren Leydig und von la Valette bekannt. Es wurde bereits früher hervorgehoben, dass Leydig ¹⁾ eine Abbildung vom *Gammarus* gibt, in welcher er auch die Ringmuskeln schematisch darstellt, jedoch ohne die longitudinalen Fasern, obwohl er dieselben im Texte erwähnt. Diese finden sich bei von la Va-

1) Leydig: Histologie d. Menschen u. d. Thiere. p. 363.

lette ¹⁾ abgebildet und folgendermassen beschrieben: „musculis instructi sunt (tractus appendicees) fortioribus, annulos in retis formam coniunctos efficientibus. Quorum musculorum contractione organa illa constrictam accipiunt speciem.“ Auch die Tunica propria und serosa bildet er genau ab, doch dürfte hier ein Irrthum obwalten, wenn er die erstere mit Kernen reichlich ausstattet, er wird hier die Zellen der Tunica serosa gesehen haben, die ja, weil die Tunica muscularis nur ein Netz ist, allerdings der propria aufliegen. G. O. Sars ²⁾ endlich beschreibt in seinem schönen Werke über die Malacostraca des süssigen Wassers von Norwegen die Tunica muscularis genau, spricht jedoch nicht von den übrigen Häuten der Drüsenfollikel.

Nach näherer Würdigung der Umhüllungshäute möge nun die Betrachtung der Drüsenzellen folgen. Diese wird nun zu ganz anderen Resultaten führen, als man erwarten dürfte; denn die Aehnlichkeit der Umhüllungshäute mit den früher beschriebenen der *Isopoden* ist so gross und steht so sehr in Einklang mit der Gleichartigkeit im übrigen Baue der *Isopoden* und *Amphipoden*, die uns hier beschäftigen, dass es immerhin in Verwunderung setzen muss, die Drüsenzellen in mehr als einer Hinsicht völlig verschieden geartet anzutreffen. Ihrem Wesen und ihrer Anordnung nach weisen sie entschieden den Typus auf, den wir bei *Astacus* wiederfinden werden, Allerdings sind auch bei den *Gammariden* die Drüsenschläuche von einer einschichtigen Zellenlage, die der Tunica propria aufsitzt, ausgekleidet, allerdings ist auch hier diese Zellauskleidung aus zwei Zellenarten zusammengesetzt, aber schon der erste Blick genügt, um die gänzliche Abweichung vom Typus der *Isopoden* klar zu machen. Daneben aber genügt dieser flüchtige Blick nicht, um den feineren Aufbau der Drüse zu erkennen, im Gegentheil, dieser Erkenntniss stellen sich reichliche Hindernisse entgegen, theils durch die Eigenthümlichkeit der gegenseitigen Lagerung der Zellen, theils durch reichlich in den Zellen aufgehäuften und deren Grenzen verwischende Secretmassen. Daneben tritt dem Untersucher die Drüse in Folge wechselnder Zu-

1) von La Valette St. George: De gammaro puteano. Dissertat. Berol. 1857. p. 9.

2) G. O. Sars: Hist. nat. des Crustacés d'eau douce de Norvège. 1867. p. 58.

stände, die im Verband stehen mit der jeweiligen Function, auch in ihrem Aussehen so verschiedenartig entgegen, dass sich erst allmählich aus den verschiedenen Bildern die allen gemeinsamen Grundlinien zusammenstellen lassen. Diese will ich nun im Folgenden nachzuzeichnen versuchen.

Die Drüsenzellen präsentiren sich am deutlichsten in den mittleren Partieen eines Drüsenschlauches, der in bekannter Weise mit Osmiumsäure behandelt wurde. Schon bei schwacher Vergrößerung gewahrt man hier, dass sechs bis acht alternirende Streifen von Zellen verschiedenartigen Aussehens, parallel zu einander die Länge des Schlauches bandartig durchziehen. Diese sechs bis acht Zellenstreifen sind nun von zweierlei Art, so dass je drei bis vier Zellenbänder gleichartig sind, welches Verhalten aus Taf. XXXVII Fig. 1 deutlicher werden dürfte. Hier sehen wir die Zellenbänder a und b unter einander abwechseln; das erstere: a enthält die in secretorischer Function begriffenen Zellen, wogegen in letzterem: b die zukünftigen Secretionszellen, wenn man so sagen darf, die Reservezellen der ersteren gelagert sind. Nur aus Gründen der Bequemlichkeit und der Kürze halber sei es gestattet, a das Secretionszellenband, b das Reservezellenband zu nennen, wobei wohl kaum bemerkt zu werden braucht, dass von einer principiellen Trennung, die etwa aus diesen steifen Namen herausgelesen werden könnte, nicht die Rede sein kann.

Beginnen wir mit der näheren Betrachtung eines Secretionszellenbandes. Dasselbe hat die Breite von ungefähr 4 bis 6 Zellen, die mehr oder weniger stark, meist jedoch recht erheblich mit Secrettröpfchen angefüllt sind, derart, dass man erst bei einiger Vertrautheit mit dem Objecte die verdeckten zarten polyedrischen Zellengrenzen bemerkt und nun sowohl bei frischen in Blutflüssigkeit untersuchten als auch mit Osmiumsäure behandelten Drüsenfollikeln gewahrt, dass zwischen den mit Secrettröpfchen angefüllten Zellen hier und dort helle Stellen sich vorfinden, die sich schliesslich auch als polygonale Zellen ausweisen und eben dadurch, dass sie frei sind von den zahlreichen Secrettröpfchen, durch ihre gewissermaassen hellere Farbe zwischen den anderen Zellen hervortreten. Meist stehen diese Zellen (Taf. XXXVII Fig. 1c) in zwei aufgelösten Reihen zwischen den an-

deren zerstreut; wir wollen sie „**Fermentzellen**“ nennen im Gegensatz zu den anderen, mit Secrettröpfchen angefüllten Zellen, die „**Leberzellen**“ heissen mögen. Die Form der Fermentzellen ist, soweit sie sich bei der Betrachtung der Oberfläche eines Schlauches erkennen lässt, bald regelmässig polyedrisch, bald langgezogen, wie zusammengedrückt durch die Nachbarzellen, durchschnittlich jedoch von gleicher Grösse wie die Leberzellen.

Ein ganz anderes Bild führt uns eine tiefere Einstellung des Focus vor Augen. Dasselbe zeigt uns nämlich eigenthümliche blasige Gebilde von wasserheller Farbe, die sich am ehesten Schleimkugeln vergleichen lassen; sie sitzen zwischen den, bei dieser Ansicht eigenthümlich gestalteten Leberzellen und bei einiger Vertrautheit mit dem Object erkennt man, dass diese Blasen den Fermentzellen entsprechen. Zu derselben Ansicht gelangt man ebenfalls, wenn es gelingt durch vorsichtiges Zerzupfen eines Drüsenschlauches einen Einblick in dessen Inneres zu gewinnen.

Auf der Innenfläche eines Secretzellenbandes gewahrt man nämlich ebenso wie auf der Aussenfläche, eine felderige Zeichnung und sieht unter derselben die erwähnten Blasen durchschimmern (cfr. Taf. XXXVII Fig. 6 u. 7 c). Verschiebung des Focus thut nun dar, was sich leider bildlich nicht wiedergeben lässt, dass der Zellencontour c der Blase zugehört, d. h. dass die Blase in einer Zelle sitzt, die an der Aussen- und Innenfläche des Drüsenschlauches polyedrisch abgegrenzt, zwischen diesen beiden Endflächen aber blasig aufgetrieben ist. Ringsum aber ist diese Zelle, die Fermentzelle, umstellt von den Leberzellen (Fig. 6 u. 7 a), die hinwiederum durch die eigenartige Formation der Fermentzellen in ihrer Gestalt beeinflusst werden.

An der Aussen- und Innenfläche des Drüsenschlauches, mithin an ihren beiden Endflächen, sind ja die Leberzellen gleich den Fermentzellen polyedrisch; da sie nun schalenförmig die in ihrer Mitte aufgetriebenen Fermentzellen umgeben, so müssen sie mithin zwischen ihren Endflächen wenigstens nach einer Seite hin, und zwar derjenigen, welche der benachbarten Fermentzelle anliegt, concav ausgehöhlt sein. Ihre beiden Endflächen sind demgemäss breiter als ihre mittleren Partien und überdecken an der Aussenfläche und am Lumen des Drüsenschlauches einen Theil der Fermentzellen. Während mithin letztere ihre grösste Ausdehnung in ihren mittleren Partien erreichen, geschieht dies bei den Leberzellen an de-

ren beiden Endflächen. Da nun die Leberzellen durchgehends nur mit einer Seitenfläche einer Fermentzelle, mit den anderen aber benachbarten Leberzellen anliegen, so ist auch nur eine Seitenfläche ausgehöhlt, die anderen laufen von Aussen nach Innen gerade durch. Dieses Verhalten dürfte sich leicht aus Fig. 3 auf Taf. XXXVII erkennen lassen, wo die seitliche Ansicht eines Secretionszellenbandes dargestellt ist. Auf diesem Bilde, dessen man leider nicht allzuhäufig ansichtig wird, sieht man in *c* den zwischen den Leberzellen *a* eingeklemmten Fuss und — an der Innenfläche: *J* des Drüsenfollikels — die entgegengesetzte Endfläche der Fermentzellen; ferner die der Art aufgetriebenen Blasen, dass nur noch ein schmaler Streifen des Zellenleibes neben ihnen übrig geblieben ist. Gleichzeitig haben dieselben auch die angelagerten Leberzellen durch Druck solcher Gestalt verdünnt, dass auch bei Flächenansicht auf dieselben, wie in *a'*, die Blasen durchschimmern.

Recapitulirend haben wir uns demgemäss den Aufbau des Secretionszellenbandes in folgender Weise vorzustellen. — Zwei Zellenarten setzen dasselbe zusammen. Die eine wird repräsentirt durch Zellen — „Leberzellen“ — die von zahlreichen Secrettröpfchen angefüllt sind, mit breiter Basis der Tunica propria aufsitzen und deren eine Seitenfläche dort, wo sie an die andere Zellenart anstösst, ausgehöhlt ist. Diese zweite Zellenart — „Fermentzellen“ — besteht aus Zellen, die durchgehends durch eine grosse Secretkugel aufgetrieben sind; sie sitzen mit schmalen Fusse der Tunica propria auf, und sind zwischen den Leberzellen eingeklemmt.

Wie man sich die Art der gegenseitigen Lagerung dieser beiden Zellenarten und das Zustandekommen derselben vorstellen kann, dürfte wohl aus der folgenden Betrachtung hervorgehen.

Stellen wir uns vor, dass in einer Lage gleichartiger polyedrischer Cylinderzellen vereinzelt derselben beginnen eine Secretkugel zu bilden und zwar in der Mitte des Zelleibes. Folgerichtig wird diese Secretkugel bei zunehmender Grösse die umliegenden Zellen zur Seite drängen und namentlich dieselben der Art in deren Mitte comprimiren, dass letztere sie schalenartig umgeben. Diese comprimirten Zellen — die Leberzellen — haben sich aber gleichzeitig mit kleinen Secrettröpfchen gefüllt, die sich in Folge des von der Secretkugel der Fermentzellen ausgehenden Druckes vorwiegend am Fusse ihrer Zellen ablagern und nun ihrerseits wieder eine Druckwirkung auf den Fuss der vereinzelt-

ten Fermentzellen ausüben, wodurch gleichzeitig die Secretkugel derselben indirect lumenwärts gehoben wird.

Durch diese in einander greifenden und einander gegenseitig bedingenden Wirkungen dürfte auf mechanischem Wege das Bild erklärt sein, das uns die Drüsenschläuche im Längenschnitt sowie in der inneren und äusseren Flächenansicht darbieten.

Vergegenwärtigt man sich nun, dass durch die enorme Ausdehnung der Secretblasen eine Emporwölbung des ganzen Bezirkes, in welchem dieselben liegen, mithin des Secretionszellenbandes, zu Wege gebracht wird, so hat man gleichzeitig die Erklärung des eigenthümlichen Bildes zur Hand, welches Querschnitte darbieten. Bei diesen, die von Schläuchen gewonnen wurden, welche mit Osmiumsäure und Alkohol behandelt waren, müssen wir noch etwas verweilen.

Zunächst fällt an einem solchen Querschnitt (Taf. XXXVII. Fig. 2) auf, dass in das Drüsenlumen meist drei bis vier kuglige Erhabenheiten hineinragen, die durch eine entsprechende Anzahl flacher Partien, aus welchen sich eben diese Hügel allmählich emporwölben, von einander getrennt sind. Es sind dies die mehrerwähnten sechs bis acht Zellenbänder, und zwar entspricht den flachen Partien das Zellenstratum, welches ich der Kürze halber mit dem Namen des Reservezellenbandes zu belegen mir erlaubte; die Emporwölbungen sind dann die Secretionszellenbänder. Gerade die Secretblasen der Fermentzellen bedingen aber die Emporwölbung dieses ganzen Zellenlagers wie eingehends bereits bemerkt wurde; sie geht daher Hand in Hand mit dem Grade der Entwicklung der Secretblasen. Ist diese noch nicht bedeutend, so erhebt sich, wie z. B. bei Winterthieren, das Secretionszellenband nur wenig über das Niveau des ganzen Zellenbelages der Drüsenschläuche. In diesem Falle sind natürlich gleichzeitig auch die Leberzellen weniger in ihrer Form verändert; ihre eine Seitenfläche ist weniger tief ausgehöhlt, die cylindrische Gestalt ist mehr beibehalten und die Secrettröpfchen — wenn in diesem Falle überhaupt vorhanden — sind durch die ganze Zelle zerstreut, jedenfalls nicht einzig auf deren Fuss beschränkt.

Es dürfte jetzt an der Zeit sein näher auf die zweite Art der Zellenbänder, auf das Reservezellenband, einzugehen.

An der Oberfläche des Schlauches stellt sich dasselbe dar als zusammengesetzt aus polyedrischen Zellen von hellem Aussehen, in de-

ren fein granulärem Protoplasma ein Kern mit Kernkörperchen sich kenntlich macht. Weiterhin kann ihr Aussehen in verschiedenen Schläuchen ein recht verschiedenes sein, indem sie bald ganz frei, bald — und dies ist meist der Fall — von kleinen Granula, die bis zu feinsten Tröpfchen anwachsen können, mehr oder weniger angefüllt sind. Nur einmal sah ich bei *Gammarus marinus* ein Bild, wie es auf Taf. XXXVII Fig. 5 dargestellt ist, wo diese Zellen je einen grossen gefärbten Secrettropfen enthielten. Wie verschiedenartig im Uebrigen das Verhalten dieser Zellen mit Rücksicht auf den in Frage stehenden Punkt ist, dürfte wohl aus den Figg. 1, 2, 4, 5, 8, 9 auf Taf. XXXVII hervorgehen. Besondere Beachtung verdient noch, dass die Reservezellen der Winterthiere, bei denen mithin die Lebensfunctionen auf ein Minimum herabgesetzt sind, am freiesten von diesem secretorischen Inhalt sind, ein Verhalten, welches auch für die Asseln bezüglich der Leberzellen angedeutet werden konnte. Es scheint mir dieses deshalb von Bedeutung, weil ich hierin eine Stütze dafür suchen möchte, dass unsere Zellen in der That Reservezellen sind, von denen z. Th. der fortwährende Verbrauch von eigentlichen functionirenden Zellen der Secretionszellenbänder gedeckt wird.

Als weitere Belege für diese Ansicht möchte ich folgendes beibringen.

Auf dem Querschnitt eines Drüsenfollikels thut sich ein unverkennbarer Uebergang ¹⁾ der Reservezellen in die Leberzellen dar, in soweit es sich um die äussere Form handelt. Die niedrig cylinderförmigen Elemente eines Reservezellenbandes werden nach beiden Seiten hin schrittweise höher und bilden auf diese Weise den allmählichen Uebergang in die kugeligen Emporwölbungen der Secretionszellenbänder (Taf. XXXVII Figg. 2, 8, 9). Doch ausser in der Form lässt sich zuweilen auch ein Uebergang bezüglich des Zelleninhaltes darthun. Es wurde bereits hervorgehoben, dass wohl meist die Reservezellen mit Granula — jedoch keine „Körnchen“ von fester Substanz! — die bis zu feinsten Tröpfchen anwachsen können, wenn auch spärlich, angefüllt sind. Ein Füllungsgrad, wie in Taf. XXXVII Fig. 5 wurde nur einmal angetroffen, jedoch sind in den Fällen, wo überhaupt in den Reservezellen reichlichere

1) Aus dem Bau der DrüsenSchläuche des *Astacus* geht, wie wir weiter unten sehen werden, dieser Uebergang noch deutlicher hervor.

Anhäufung von in Frage stehendem Inhalt die Rede ist, gerade diejenigen Zellen, die an die Leberzellen anstossen, besonders betroffen. Ein chemischer oder physikalischer Unterschied des Inhaltes der Leber- und der Reservezellen lässt sich endlich nicht nachweisen.

Wie dem nun auch immer sein möge, im Allgemeinen lässt sich, geht man vom Inhalt der Reservezellen aus, kein directer Uebergang dieser in die Leberzellen constatiren; die merkwürdige Thatsache bleibt immerhin bestehen, dass die Secrettröpfchen in den Leberzellen plötzlich auftreten und zwar in solcher Menge, dass diese Zellen sich hierdurch scharf abheben von den Reservezellen. Diese Thatsache wird durch folgendes noch merkwürdiger. Am blinden Ende eines Drüsenschlauches liegt ein — wie es scheint — gleichartiges Lager blasser, mit einem grossen Kerne versehener Zellen. Allmählich nun treten, näher der Mündung des Schlauches zu, in dem Protoplasma einzelner dieser Zellen feinste Stäubchen auf, die sich in der Richtung nach der Mündung des Schlauches allmählich zu feinsten Tröpfchen verwandelt haben. Das Bemerkenswerthe ist nun, dass in der Höhe des Drüsenschlauches, wo dies anfängt zu geschehen, eben diese Zellen nicht durch einander liegen, sondern bereits reihenweise angeordnet sind und den Anfang des Secretionszellenbandes bilden.

Wie dies geschieht weiss ich bis jetzt nicht zu erklären, ebensowenig wie das Auftreten der Fermentzellen; denn wenn es auch leicht ist sich die Bildung und Regeneration der Leberzellen deutlich zu machen durch Annahme eines Nachschubes von Zellen einestheils vom blinden Ende des Schlauches, andernteils vom Reservezellenbande aus, so ist damit noch nichts ausgesagt über den unentwickelten Zustand und über das Herkommen der Fermentzellen. Den Jugendzustand derselben, etwa im Reservezellenbande, habe ich aber bis jetzt noch nicht mit Sicherheit nachweisen können.

Einige allgemeinere Bemerkungen über die verschiedenen aufgeführten Zellenarten dürften noch am Platze sein, Specielleres über deren Inhalt sowie über das Secret soll, um Wiederholung zu vermeiden, bei Betrachtung des Flusskrebsses, dessen Mitteldarmdrüse gleichgeartet ist, besprochen werden.

Zunächst fällt gegenüber den *Isopoden* auf, dass die aufbauenden Zellen der *Gammariden*-„Leber“ um vieles kleiner sind als

bei diesen. Hiermit wurde bereits oben das engere, wenn auch nicht kräftigere Muskelnetz der Drüse der *Gammariden* in Zusammenhang gebracht, ausgehend von dem Gesichtspunkte, dass demselben nicht nur die directe Beförderung des Secretes aus dem Darmlumen, sondern auch die Auspressung der Zellen zufalle. Eine Kerntheilung, wie sie in so lebhafter Weise in der functionirenden Drüse der Isopoden statt hat und zwar in der gesammten Zellenlage des Organes, wurde bei den Gammariden höchstens im blinden Ende des Schlauches bemerkt und nur ganz vereinzelt, und dann noch unsicher, innerhalb der Reservezellenbänder. —

Eine sog. Intima lässt sich auch bei den *Gammariden* an den gehärteten Drüsenschläuchen nachweisen. Im Leben scheint dieselbe ebenso wie bei den *Isopoden*, eine weiche Beschaffenheit zu haben. Nennen wir mit Leydig ¹⁾ Cuticularbildung die „Abscheidung einer Substanz über die Grenze des Protoplasma der Zelle hinaus“, so werden wir es hier mit keiner Cuticula, sondern nur mit einem homogenen Saume des Protoplasma zu thun haben, der durch erhärtende Reagentien der Art alterirt wird, dass er sich optisch deutlich abhebt von dem übrigen Protoplasma, jedoch keine abhebbare oder gar zusammenhängende Haut: „Cuticula“ darstellt. — Wie denn überhaupt die Begriffe: erhärtete Rindenschicht, Cuticularsaum, Verhornung, eben wegen ihrer Elasticität zu vielen Meinungs-differenzen geführt haben, so auch hier: die Einen constatirten das Vorhandensein einer inneren Membran, die Anderen leugneten sie. Diese Verschiedenheit dürfte sich aus dem oben Angeführten erklären.

Zum Schluss sei mir noch gestattet kurz das anzureihen, was andere Forscher über die Drüsenelemente der *Gammariden* ausgesagt haben.

Leydig ²⁾ beschrieb die Drüsenschläuche des *Gammarus*. Er kennt die Intima und unter ihr „fettthaltige Secretionszellen“. „Nach aussen dient als Stütze des ganzen Follikels eine nicht minder homogene, aber zartere Haut aus Bindesubstanz. In ziemlich weiten Abständen gehen um die Leberfollikel quergestreifte Mus-

1) Leydig: Die Allgem. Bedeckungen der Amphibien. Arch. f. mikr. Anat. XII.

2) Leydig: Müller's Archiv 1855. p. 452 und: Lehrbuch der Histologie d. Menschen u. d. Thiere p. 363.

keln herum, Reife bildend, die auch an der Leber der Onisciden und vielleicht auch denen des Flusskrebsses nicht fehlen.“

Die Angaben de la Valettes ¹⁾, des Monographen des *Gammarus puteanus*, haben wir bereits bei Besprechung der Umhüllungshäute gewürdigt. Von den Drüsenzellen sagt er nur, dass sie Fetttropfen enthalten. Nach Bruzelius ²⁾ sind „die Lebersäcke (von *Gammarus locusta* und *Amphithoë podoceroïdes* Rathke) inwendig mit einer Menge grosser Zellen angefüllt. In einem Theil derselben kann man leicht Kerne entdecken, aber der grösste Theil scheint keine zu besitzen und einen gelben oder gelbbraunen fettartigen Stoff zu enthalten.“

G. O. Sars ³⁾ erkannte bei seiner Untersuchung des *Gammarus neglectus* die eigenthümliche Anordnung der Zellenbänder, er schreibt: „Leur contenu (des vaisseaux du foie) est formé de grandes et de petites cellules qui présentent cependant le plus souvent une disposition très-régulière qui en général permet d'y distinguer 3 rangées longitudinales de grandes cellules entre lesquelles sont placées les petites.“ Nicht hinreichend starke Vergrösserung, auch wohl nicht zweckmässige Behandlung des zu untersuchenden Objectes haben ihn jedoch, obwohl er am weitesten von allen Forschern vorgeschritten war, von einer tieferen Einsicht abgehalten.

Wenn wir schliesslich die hinsichtlich des Drüsenepithels gewonnenen Resultate der verschiedenen Forscher zusammenfassen, so werden sich dieselben dahin aussprechen lassen, dass die Zellen einen fettartigen Inhalt haben, und dass die Natur des Secretes der „Leber“ dementsprechend ist. Die Frage, wo verdauungskräftige Secrete, die sich doch zweifelsohne der fast nur aus thierischen Stoffen bestehenden Nahrung der *Gammariden* irgendwo im Darmkanal beimischen müssen, gebildet werden, hat sich keiner der Forscher vorgelegt.

1) von La Valette: De gammaro puteano. Dissertat. Berolin. 1857.

2) Bruzelius: Arch. f. Naturgesch. XXV. p. 277.

3) G. O. Sars: Hist. nat. des Crustacés d'eau douce de Norvège. 1867, p. 58.

III. Decapoden.

Aus dieser Ordnung, von welcher Krukenberg zahlreiche Vertreter einem genauen Studium unterworfen hat, konnte ich bislang nur den *Astacus fluviatilis* und auch diesen nur in nicht genügender Zahl untersuchen, so dass ich leider zur Zeit meine Ansichten über die Thätigkeit der „Leber“ des Flusskrebse noch nicht mit dem Beweismaterial unterstützen kann, welches Andere zu fordern berechtigt sind. Doch auch so hoffe ich von anderern Gesichtspunkten aus die Auffassung der Physiologen (Hoppe - Seyler und Krukenberg) unterstützen und namentlich darthun zu können, dass die Mitteldarmdrüse des Flusskrebse weit davon entfernt ist ein so einfaches Organ zu sein, dass man dasselbe einfach mit dem Namen „Leber“ belegen und damit als abgethan betrachten kann.

Es ist immerhin eigenthümlich, dass unsere Kenntniss über die feinere Structur dieses Organs des Flusskrebse, eines Thieres, das doch leicht in Jedermanns Händen ist, in mancher Hinsicht noch weniger eindringend ist, als die über die bisher abgehandelten *Isopoden* und *Amphipoden*.

Im Gegensatz zu dem Eifer, mit welchem eine Zeit lang von verschiedener Seite her und auch von weiterblickenden Gesichtspunkten aus dieses Organ eingehend auf Bau und Thätigkeit untersucht wurde, ist seit dem Jahre 1853 ein Stillstand in diesen Untersuchungen eingetreten, der sich damit auch auf die Frage nach der Bedeutung des entsprechenden Organs anderer Crustaceen ausdehnte.

Wenn wir daher bis zur Stunde bezüglich des morphologischen Verhaltens der Drüse noch nicht über die Darstellungen Schlemms, Karstens, Meckels und Lereboullets hinausgekommen, wenn ferner die Andeutungen bei Frey und Leuckart, die auf den richtigen Weg geführt hätten, nicht weiter ausgebaut sind, so ist andererseits von physiologischer Seite her dieses Organ, dessen Function in der Bereitung von Galle allerseits gesucht wurde, neuerdings vorurtheilsfrei untersucht worden und der Erfolg war, dass dasselbe bisher ungeahnte Eigenschaften ans Tageslicht treten liess.

Der Standpunkt Schlemms¹⁾ wird wohl durch folgenden Satz charakterisirt: „Ratio bilis Astaci physica et chemica ab illa animalium vertebratorum adeo differt, ut nisi ex universa organi secernentis natura illud hepar esse satis constaret, facile quis animum induceret, ut secretum aliud quiddam quam bilem esse crederet.“ Wird hierbei aber, da die chemischen Resultate eigentlich gegen eine „Leber“ sprechen, auf die „universa organi secernentis structura“ hingewiesen, so ist es schwer aus den diesbezüglichen Mittheilungen etwas herauszufinden, was für die Lebernatur das Wort führen könnte.

Dasselbe gilt für die Arbeit Karstens²⁾, der weniger kritisch zu Werke geht und verschiedene, auch in damaliger Zeit leicht zu vermeidende Fehler hinsichtlich der Deutung des feineren Baues macht.

Meckel³⁾ spricht allerdings in seiner bekannten Mikrographie das Organ ebenfalls als Leber an, gelangt jedoch zu einer eingehenderen Kenntniss des Baues desselben, auf die wir weiter unten näher eingehen werden müssen.

Lereboullet⁴⁾ endlich constatirt in seiner wenig bekannt gewordenen Abhandlung ebenso wie Meckel, das Vorhandensein von zwei Zellenarten. Die einen nennt er *cellules biliaires*, die anderen *cellules graisseuses pures*, während Meckel von Fettzellen und von bilinhaltigen Zellen spricht.

Am ausgedehntesten waren die Untersuchungen Frey's und Leuckart's⁵⁾; sie erkannten ebenfalls zweierlei Arten von Zellen in der Drüse des *Astacus* und zwar Fettzellen, mit welchen der Farbstoff der Galle innig verbunden sei und häufig noch eine zweite Art, welche „einen wasserklaren Inhalt besitzt, der wahrscheinlich eiweissartiger⁵⁾ Natur ist.“

Mochten nun schliesslich die Befunde, zu denen die verschiedenen Forscher gelangten, auch sein wie sie wollten, der Begriff „Leber“ blieb für die Mitteldarmdrüse als Name und Deutung zu

1) Schlemm: *De Hepate ac bile Crustaceorum etc.* Dissert. Berolini. 1844.

2) Karsten: *Nov. acta acad. nat. curios.* XXI. pars I. 1845.

3) Meckel: *Mikrogr. einiger Drüsenapparate etc.* Müller's Arch. 1846.

4) Lereboullet: *Mém. sur la struct. intime du foie etc.* Extr. du Tom. XVII. des *Mémoires de l'acad. imp. de médecine.* Paris 1853.

5) Frey u. Leuckart: *Lehrb. d. Anat. d. Wirbellos.* Th. 1847.

Recht bestehen bis auf den heutigen Tag. Letztere hat nun in unseren Tagen durch Hoppe-Seyler¹⁾ und durch Krukenberg²⁾ eine Aenderung erfahren, indem sie nachzuweisen vermochten, dass kein galleberitendes Organ, sondern eine Verdauungsdrüse vorliege. Wie sich demgegenüber die Anschauung älterer Forscher verhält, was namentlich demgegenüber eine erneuerte Untersuchung des Aufbaues der Drüse ans Tageslicht fördern wird, sei nun ausgeführt.

Genugsam bekannt ist es, dass die Mitteldarmdrüse des Flusskrebsses jederseits aus zwei gleichartigen Lappen besteht, die sich langgezogen neben dem Oesophagus, Kaumagen und Anfangstheil des Darmes ausstrecken und ihrerseits wiederum durch eine ausserordentlich grosse Zahl von Blindschläuchen, die secundäre Läppchen bilden, aufgebaut werden. Diese secundäre Läppchen kommen dadurch zu Stande, dass die Schläuche sich fingerartig vereinen und um den Ausführungsgang gruppieren. Dass dieser complicirtere Aufbau im Wesen nicht abweicht von der einfachen Schlauchform, wie sie bei *Isopoden* und *Amphipoden* sich findet, sondern nur eine Differenziation derselben ist, wurde nach Kenntnissnahme der zahlreichen allmählichen Uebergänge dieser einfachen Form in die zusammengesetzte der Drüse des *Astacus* schon von früheren Autoren erkannt³⁾.

Entsprechend der höheren Differenziation der Organtheile des *Astacus* gegenüber den Crustaceen, die uns bisher beschäftigten, hat auch die Darmdrüse nicht nur in ihrem allgemeinen Aufbau,

1) Hoppe-Seyler: Pflüger's Archiv. Bd. XV.

2) Krukenberg: Untersuchungen aus dem physiolog. Institut Heidelberg. Bd. II. H. 1 u. 3. 1878.

3) In diesem Sinne erklärt sich denn auch die einzige Abweichung von der gewöhnlichen Form des Hepatopancreas eines Porcellio, die mir zu Gesicht kam und deren Erwähnung hier wohl eine Stelle finden dürfte. Vom oberen Drittel eines Follikels zweigte sich nämlich ein kleiner Blindschlauch ab, der sich in seinem Bau durchaus nicht verschieden verhielt. Wäre dieser Befund constant, so wäre dies eine Ueberleitung zu dem Verhalten wie es (nach Lereboullet) *Ligidium* zeigt, wo zahlreiche secundäre Blindschläuche von den primären sich abzweigen und bereits einen complicirteren Bau des Hepatopancreas darstellen, der morphologisch zu dem ausgebildeten Aufbau der Drüse bei *Mysis* z. B. und endlich bei *Astacus* hinüberleitet.

sondern auch in ihrer Umhüllung eine höhere Stufe der Ausbildung erlangt. Jeder der Drüsenlappen ist zunächst von einer wohldifferenzirten bindegewebigen Membran umgeben und von den umliegenden Organen abgeschieden. Doch auch die secundären Lappen unterliegen innerhalb dieser, sie insgesamt umkleidenden Hülle ihrerseits wiederum durch eine secundäre Hülle einer Abgrenzung von einander. Von dieser Hülle aus gehen dann zarte Umhüllungs-häute dritter Ordnung, entsprechend der Tunica serosa der übrigen Crustaceen, auf die einzelnen Blindschläuche über. Diese Tunica weist auch in ihrer Structur das bekannte Verhalten auf. Ein Blick auf Taf. XXXVIII Fig. 1 wird darthun, dass auch hier ein Maschenwerk bildende Zellengruppen diese letzte Umhüllung formen.

Unter der Tunica serosa folgt in gewohnter Weise die Muscularis, die in ihrem Bau mit der des *Gammarus* übereinstimmt und daher keiner besonderen Beschreibung bedarf.

Die Muskelfäden derselben wurden zuerst von Karsten ¹⁾ gesehen und auch mit Querstreifung abgebildet, jedoch als Capillargefäße gedeutet. Die perlschnurartige Beschaffenheit der einzelnen Follikel führt er auf einen folliculären Bau dieser zurück. Schlemm ²⁾, der einsah, dass es sich hierbei um eine Contractilitäts-Erscheinung handele, lässt dieselbe, da er ebenfalls die Muskeln nicht erkannte, durch eine „clara ac pellucida membrana sine textura“ zu Stande kommen, welcher er Contractilität zuschreibt. Da auch Meckel ³⁾ und Lereboullet ⁴⁾ diese Muscularis nicht kannten, so sind Frey und Leuckart ⁵⁾ die ersten, die ihrer Erwähnung thun.

Die Tunica propria bietet nichts Abweichendes von den uns von anderen Crustaceen her bekannten Verhältnissen.

Was die Drüsenzellen angeht, so wurde bereits hervorgehoben, dass deren Wesen der Hauptsache nach übereinstimmt mit denen der *Gammariden*, eine Thatsache, deren Erkenntniss ge-

1) Karsten: Nov. acta acad. nat. curios. XXI. 1845.

2) Schlemm: De Hepate ac bile Crustaceorum etc. Dissertat. Berlini 1844. p. 14.

3) Meckel: Mikrographie. Müller's Archiv 1846.

4) Lereboullet: Mémoires de l'acad. imp. de médecine XVII. Paris 1853. p. 20.

5) Frey u. Leuckart: Lehrb. d. Anat. der wirbell. Th. 1847.

rade an den Drüsenschläuchen des *Astacus* am schwersten zu erlangen ist, da die functionirenden Zellen selbst, durch massenhaft in ihnen angehäuftes Secret eine Erschliessung ihres Baues nach Möglichkeit erschweren. · Vorausgehende Kenntnissnahme der Drüsenschläuche des *Gammarus*, erleichtern daher das Studium am Flusskrebse; denn auch hier finden sich die von dorthier bekannten beiden Zellenarten, deren eine — „Leberzellen“ — gefüllt ist mit jenen zahlreichen Secrettröpfchen, wie wir sie bisher allerwärts antrafen, deren andere, — „Fermentzellen“ — zwischen den Leberzellen gesessen, ein verschieden grosses Secretbläschen beherbergt. Trotz dieser Uebereinstimmung machte sich nun an den Drüsen, die mir vorlagen, die bandförmige Anordnung der Zellen äusserlich nicht bemerkbar, auf dem Querschnitte jedoch liess sich erkennen, dass auch hier von Secretionszellen- und Reservezellenbändern gesprochen werden kann, jedoch mit dem Unterschiede, dass erstere einen solchen Raum einnahmen, dass für eine räumliche Entwicklung der letzteren nahezu kein Platz blieb. Die eigentlich functionirenden Zellen waren also zahlreicher; der Uebergang der Reservezellen in die secernirenden war ausgebildeter und daher unmerklicher, wie ein Blick auf Taf. XXXVIII Fig. 2, 3, 4 klar machen wird. Damit ist gleichzeitig dargethan, dass ein Uebergang dieser beiden Zellenarten in einander, welchem oben bei den *Gammariden* das Wort geredet wurde, thatsächlich besteht und dass „Reservezellen“ und „Secretionszellen“ nur verschiedene Stadien einer Zellenart sind. Wenn man sich nun auch hier wieder leicht vorstellen kann, wie die Reservezellen durch Bildung von Secrettröpfchen sowie durch die Hand in Hand hiermit gehende Umformung, welche sie durch Compression seitens der Fermentzellen erfahren, zu echten Leberzellen werden, so muss ich andererseits abermals eingestehen, dass ich mir keine Vorstellung von der Bildung der Fermentzellen machen kann.

Astacus fluviat. ist der einzige Krebs, dessen Drüsenzellen eingehender, und zwar von verschiedenen Autoren, näher untersucht worden sind, denn in rascher Reihenfolge haben Karsten, Schlemm, Meckel, Lereboullet und endlich Frey und Leuckart histologische sowohl wie physiologisch-chemische Beobachtungen mitgetheilt. Die Arbeiten Karsten's und Schlemm's können wir folglich wohl übergehen, um uns gleich zu den weitgrei-

fenden Untersuchungen Meckels¹⁾ zu wenden. Dieselben lehrten ihn zwei Zellenarten unterscheiden: Fettzellen und bilinhaltige Zellen. Erstere enthalten einen grossen Kern und Fettkügelchen, letztere sind durchsichtig, kleiner und enthalten einen abgeplatteten Kern sowie ein, seltener zwei Secretbläschen, welche allmählich wachsen, um schliesslich die ganze Zelle einzunehmen. Unschwer erkennt man hieraus unsere Leber- und Fermentzellen wieder.

Abgesehen von der Deutung der beiden Zellenarten werden wir auch seinen folgenden Annahmen nicht beistimmen können. Obgleich er nämlich richtig bemerkt, dass am blinden Ende die einzelnen Zellen leicht ohne Präparation zu erkennen seien, will er merkwürdiger Weise keinen allmählichen Uebergang zwischen diesen und den weiter abwärts gelegenen Zellen bestehen lassen, dieser soll vielmehr plötzlich geschehen, womit im Einklang er neben dieser anatomischen Verschiedenheit auch vielleicht einer functionellen Verschiedenheit des blinden Endes vom übrigen Theil des Follikels das Wort reden will. Hiervon kann aber ebensowenig die Rede sein, wie von seiner Deutung der Tunica intima, die nach ihm nur locker in den Saum des Follikels aufgehängt ist. Zwischen ihr und den Epithelzellen, die nur an der Tunica propria angeheftet seien, soll sich nämlich nach Meckel ein Raum befinden, der an vielen Stellen Galle befasse, welche durch Diffusion die Intima durchdringe um nach Aussen entleert zu werden. Thatsächlich aber gilt für die Intima des *Astacus* das, was bei den *Amphipoden* auseinandergesetzt wurde: jede Zelle hat einen homogenen Saum, deren Gesamtheit im gehärteten Zustand eine, jedoch nicht in toto abhebbare Intima vortäuschen.

Lereboullet²⁾ bringt nun wieder Verwirrung in die Deutung der Zellen, er findet: „deux sortes de cellules, des cellules biliaires et des cellules graisseuses pures; mais de plus j'ai trouvé de cellules que je regarde aussi comme intermédiaires entre les unes et les autres.“ Seine cellules graisseuses sind zweifelsohne unsere Leberzellen. Was seine intermediären Zellen angeht, so geht aus seiner Beschreibung: „Les grandes cellules, celles que je

1) Meckel: Mikrogr. einiger Drüsenapparate etc. Müller's Arch. 1846.

2) Lereboullet: Mém. sur la structure du foie etc. in Mémoires de l'académie imp. de médecine. T. XVII. 1853. p. 20.

regarde comme transitoires, sont de grandes sphères transparentes etc.“ und Abbildung hervor, dass dies zum Platzen reife Fermentzellen sind und dass die Zellenart, die er mit Meckel Gallenzellen nennt, erst in der Entwicklung begriffene Fermentzellen sind, deren Secretblase noch nicht die grosse Ausdehnung erlangt hat.

Frey und Leuckart²⁾ endlich erkannten ebenfalls zwei Arten von Zellen, die einen enthalten nach ihnen Fetttröpfchen, mit welchen der Farbstoff der Galle innig verbunden sei. Sie sagen weiter von ihnen aus: „So kommen diese Zellen mit den Leberzellen der Wirbelthiere überein, wie denn auch die Galle der Crustaceen eine ähnliche Constitution wie bei jenen zu haben scheint.“ Hinsichtlich der zweiten Art bemerken sie: „Auffallend ist es, dass man mit diesen Zellen (Leberzellen) häufig noch eine zweite Art untermischt antrifft, welche keinen fettigen, sondern einen wasserklaren Inhalt besitzt, [z. B. bei *Astacus*, *Platycarcinus*, bei *Mysis*, der wahrscheinlich eiweissartiger Natur ist. H. Meckel nennt den Inhalt der ersteren Gallenfett, den der letzteren Bilin.“

Diese beiden letztgenannten Forscher sind mithin unserer Auffassung am nächsten gekommen, indem sie die Fettzellen Meckel's und Lereboullet's als Leber-, d. h. gallebereitende Zellen auffassen und sich der Deutung, welche die Fermentzellen seitens dieser beiden erfahren haben, als seien es bilinhaltige oder Gallenzellen, nicht ausschliessen.

Es fragt sich nun, welches unsere Auffassung von der Natur der Drüsenzellen des *Astacus* und der *Gammarusarten*, welche letztere wir wegen ihrer Gleichartigkeit mit denen des *Astacus* bisher noch nicht auf diesen Punkt hin untersuchten, ist; wenn wir sie vorweg schon als Ferment- und Leberzellen aufführten und ihnen damit eine Deutung gaben, so müssen wir jetzt hierfür Beweise beibringen.

Fassen wir zunächst das Secret ins Auge. In seinen chemischen und physicalischen Eigenschaften kommt dasselbe überein mit dem der Isopoden, was nicht Wunder nehmen kann, wenn man im Auge behält, dass die Leberzellen, denen ja, was

1) Frey u. Leuckart: Lehrb. d. Anat. der wirbell. Th. 1847.

die Quantität anlangt, vorwiegend das Secret seine Bildung verdankt, in allen dreien Crustaceenordnungen genau überein stimmen. Bezüglich weiterer Eigenschaften wollen wir Krukenberg¹⁾ sprechen lassen; er sagt: „Das Astacusersecret enthält mindestens drei Enzyme, ein diastatisches, ein peptisches und ein tryptisches, denen nach Hoppe-Seyler's Angaben ein fettzersetzendes als viertes anzureihen wäre.“ Zweifelsohne produciren mithin die Drüsenzellen nach Hoppe-Seyler's und Krukenberg's Untersuchungen, denen ich meine noch beizählen darf, verdauungskräftige Fermente.

In welchen der beiden Zellenarten ist nun der Sitz der Bildung dieser Secrete? Stimmt man mir bei, dass die Leberzellen einen fettartigen Körper bilden, an welchen ein thierischer Farbstoff gebunden ist, so wird man die Production der Fermente in die mit einem wasserhellen Secretbläschen behafteten Zellen, die ich eben deshalb Fermentzellen nannte, verlegen müssen.

Diese Zellen, von denen einige isolirte in Taf. XXXVIII Fig. 7 dargestellt sind, lassen im ausgebildeten Zustande, bei höchster Ausbildung der Secretblase, vom Zellenleibe nahezu nichts mehr erkennen, indem derselbe nur mehr in dünner Lage diese Blase umhüllt. Der Kern liegt abgeplattet der Blase an.

Zusammenfassung.

Es sei nun gestattet, die in den vorausgehenden Blättern gewonnenen Resultate zusammenzufassen und von einem allgemeineren Gesichtspunkte aus zu prüfen.

Bekanntlich kann bei den Crustaceen ein jeder der drei Abschnitte des Darmes drüsige Anhänge von unter sich verschiedener Natur besitzen.

1) Krukenberg: Vergl. physiolog. Beiträge zur Kenntniss der Verdauungsvorgänge; in Untersuch. a. d. physiolog. Institut in Heidelberg. Bd. II. Heft 1. p. 23.

Der Vorderdarm weist nur bei einigen Ordnungen Anhangsgebilde auf, denen man, allerdings ohne jede durch das Experiment gegebene Begründung, den Namen Speicheldrüsen zu geben gewohnt ist; bald sind es einzellige (*Copepoden*, *Daphniden*), bald einfache traubenförmige (*Decapoden*¹⁾, *Stomatopoden*) Drüsen.

Wohl noch beschränkter ist das Vorkommen von drüsigem Gebilden am Enddarm. Solche finden sich bei *Amphipoden* und einzelnen *Decapoden*.

Ganz anders verhält sich der zwischen beiden liegende Mitteldarm. Fast sämtliche Crustaceen, deren innere Organe eine etwas höhere Ausbildung erlangt haben, besitzen an demselben blindsackartige Anhänge in verschiedenster Entwicklung; von einfachen Darmausstülpungen an, die sich vom Darne nicht zu unterscheiden scheinen, bis zu grossen mehrklappigen tubulösen Drüsenhaufen.

Diese Anhangsdrüse des Mitteldarmes beschrieben wir nun in dem Vorliegenden bezüglich ihres gröberen und feineren Verhaltens bei verschiedenen Ordnungen und Gattungen der Crustaceen, die unter den möglichst verschiedenen Bedingungen leben, und versuchten dem morphologischen Befunde eine physiologische Deutung zu geben, uns mithin klar zu werden über die Function dieser Drüse unter Rücksichtnahme der, von anderen Forschern und uns auf experimentellem Wege gewonnenen Erfahrungen.

Wenn diese gegenseitig sich erklärende und controllirende Art der Forschung auch zweifellos sicherer zum Ziele führen wird als die einseitig morphologische oder physiologische, so möge man doch bei Beurtheilung vorliegender Mittheilung im Auge behalten, dass ich mich auf ein Grenzgebiet hinausgewagt habe, und dass Schwierigkeiten zweierlei Art sich dem Studium in den Weg stellten. Einmal solche, die in dem Untersuchungsobjecte selbst

1) Hierbei sehe ich ab von den durch M. Braun's (Arbeiten aus dem zoolog. Institut Würzburg Bd. II. p. 141 u. Bd. III. p. 472) interessante Beobachtung bekannt gewordenen „Speicheldrüsen“ der Decapoden, da deren Deutung wohl dadurch noch nicht ganz klar gestellt ist, dass sie nicht nur am Oesophagus, sondern auch an den, dem umgebenden flüssigen Elemente ausgesetzten Mundtheilen vorkommen, wobei allerdings vorausgesetzt wird, dass die Drüsen an beiden Orten unter einander identisch sind. Am nächsten liegt immerhin Braun's Auffassung derselben als Speicheldrüsen.

gelegen sind. — Es liegt ja in der Natur einer solchen Drüse, dass das morphologische Bild Aenderungen erleidet im Zusammenhang mit den in der functionirenden Drüse sich abspielenden Zuständen, ferner Aenderungen nach Jahreszeit, Nahrungsaufnahme und manchen anderen Bedingungen, die sich unseren Blicken entziehen. Jedenfalls ist es uns nicht vengönnt eigenmächtig experimentatorisch in die Function der Drüse einzugreifen, wie wir dies bei Wirbelthieren in so erfolgreicher Weise thun können. Eine zweite Schwierigkeit und gewiss nicht die kleinste, liegt aber darin, dass zur Zeit die mikrochemische Analyse in jeder Hinsicht noch in den Kinderschuhen steckt, ehe diese aber nicht vertreten sind ist die Hoffnung auf eine rationelle Erkenntniss verschiedener Organe der Wirbellosen ziemlich herabzudrücken.

Meine hier vorgetragenen Ansichten über die Mitteldarmdrüse der Crustaceen möchte ich daher nur mit allem Vorbehalte ans Licht stellen.

Worauf fussend ich nun zu theilweise anderen Anschauungen gelangt bin als die bisherigen Forscher, nämlich dazu, die alt hergebrachte, man kann wohl sagen conventionelle Deutung der Drüse als „Leber“ mit der neuen Deutung Hoppe - Seyler's und Krukenberg's, die in ihr eine enzyymbildende Drüse sehen, zu verschweissen, sei hier im Zusammenhange dargelegt.

Theoretisch betrachtet liegt es auf der Hand, dass bei den Thieren, die uns beschäftigen, an irgend einem Orte des Darmtractus oder seiner Anhänge drüsige Gebilde sein müssen, die ein verdauungskräftiges Secret liefern. Bei Thieren mit einem z. Th. gewiss energischen Stoffwechsel, wie ihn die Crustaceen, haben, die nicht nur den täglichen Bedarf, sondern periodisch auch den Verbrauch an nöthigem Material zum Aufbau des äusseren Skelets und der inwendigen Chitingebilde decken müssen, und zwar im Allgemeinen mit thierischer Kost, müssen diese drüsigen Gebilde im Stande sein ein kräftiges und reichliches Secret zu liefern. Bei der Kürze des Darmes konnten diese der Hauptsache nach nicht in der Schleimhaut des Magens und Darmes eingebettet sein, da deren Flächen theils zur Trituration, theils zur Resorption des Genossenen verwandt werden mussten. Diese Betrachtung musste schon dazu führen, in Frage stehende drüsige Gebilde in der sog. Leber bei allen den Crustaceen zu suchen, die sich keiner weiteren Drüsen am Vorder- oder Mitteldarm er-

freuen, wie es ja bei unseren untersuchten Crustaceen der Fall ist.

Durch Hoppe-Seyler's und Krukenberg's Untersuchungen ist nun diese theoretische Betrachtung zur Thatsache erhoben und der Nachweis geliefert worden, dass in der sog. Leber der Crustaceen (es wurde dies für *Decapoden* und *Stomatopoden* durch die beiden Forscher, von uns für die *Isopoden* und *Amphipoden* nachgewiesen) eine fermentirende Drüse zu suchen ist.

Bei den *Isopoden* fanden wir zwei verschiedene Zellenarten. Mit gutem Grunde konnten wir der einen die Fähigkeit absprechen verdauungskräftige Secrete zu bilden; die Production solcher mussten wir mithin in der anderen Zellenart suchen. Doch auch positive Gründe konnten wir beibringen, einmal zu Gunsten der ausgesprochenen Ansicht über die letztere Zellenart, zum anderen Mal für die Ansicht, dass die andere Zellenart eine leberartige Function habe. — Wir konnten uns oben, nach Ausschliessung von Fett, Glycogen, Traubenzucker, Kalksalzen und harnsauren Salzen dahin ausscheiden, dass die lichtbrechenden, in Osmiumsäure sich schwärzenden Granula der Fermentzellen uns doch wohl in mehr als einer Hinsicht das Recht geben dürften, in ihnen die Veranlassung 'zn suchen den Zellen diesen Namen zu geben, sie mithin für Fermentbildner zu halten.

Ganz anders liegen leider die Verhältnisse für die bisheran untersuchten *Amphipoden* und *Decapoden*. Von den drei dort gefundenen, verchieden erscheinenden Zellenarten konnte die eine als Leberzellen angesprochen und denen der *Isopoden* identificirt werden. Die zweite Art, die unter dem Namen Reservezellen vorgeführt wurden, deuteten wir als Ersatzzellen der bereits in vollster secretorischer Thätigkeit befindlichen Zellen; sie entfielen somit einer weiteren Fragestellung. Da wir es nun auch hier wieder mit einer thatsächlich enzyymbildenden Drüse zu thun hatten, so konnte demgemäss nach Ausschluss der ersten und zweiten Zellenart nur noch die dritte als solche angesprochen werden, der die Bildung eines verdauungskräftigen Secretes zufalle.

Diese Beweisführung — ich kann es nicht verhehlen — ist allerdings wenig genügend, um so weniger, wenn man im Auge behält, dass nach Hoppe-Seyler und Krukenberg dem *Astacus* nicht weniger als vier Fermente zukommen sollen. Wo haben diese ihren Sitz; wo hat, selbst wenn wir es nur mit einem

Ferment zu thun hätten, dieses eine seinen Sitz? In eben den Zellen, die nach Art einer Becherzelle von einer wasserklaren Secretblase ausgedehnt sind?

Auf diese Fragen gab das Studium eben dieser Secretblasen keine Antwort. Da jedoch Schleim als Bestandtheil derselben von der Hand zu weisen war, um von Bilin (Meckel, Lereboullet) nicht zu reden, da ich ferner mir vorhielt, wie noch gar so wenig über das in die Erscheinungtreten der fermentativen Secrete gekannt sei, so entschied ich für mich die Frage dahin, dass allerdings in eben diesen Secretblasen unbekannter Natur der fermentirend wirkende Körper der Drüse zu suchen sei.

Die eingreifenden Unterschiede, die sich bei den *Isopoden* einerseits, bei den *Amphipoden* und *Decapoden* andererseits an den Zellen vorthun, die ich bei ersteren wohl mit einigem Rechte, bei letzteren mehr nach persönlicher Anschauung als Fermentzellen deutete, dürfen uns nun an und für sich nicht so sehr in Verwunderung setzen, wenn wir uns folgender Betrachtung hingeben. Die *Amphipoden* und *Decapoden* (wenigstens *Astacus*) sind ganz vorwiegend Fleischfresser, richtiger wäre wohl der Name Aasfresser, wenn wir andeuten wollen, einmal wie wenig wählerisch sie bezüglich ihrer Nahrung sind, dann auch, welcher Art vornehmlich die Bezugsquelle für dieselbe ist. Welch raubgierige Fleischfresser die Süßwasser-*Gammariden* daneben aber auch sein können, theilt uns Sars¹⁾ in interessanter Weise mit.

Wie verschieden hiervon sind die *Onisciden* und die Süßwasserassel, die von Pflanzenstoffen und von vermoderten organischen Resten in friedlichster Weise sich nähren. Dass dementsprechend das Secret, welches auf die Ingesta verdauend einwirkt, verschieden ist — bei den *Isopoden* war dasselbe gewiss peptischer Natur — und auch verschieden in den dasselbe bildenden Zellen sich darthun kann, ist nicht verwunderlich, ebensowenig wie die Thatsache, dass die Leberzellen hiervon nicht beeinflusst sind, sondern im Wesentlichen bei *Isopoden*, *Amphipoden* und *Decapoden* auf die gleiche Weise in die Erscheinung treten.

Was aber die Leberzellen angeht, so verdienen diese noch eine gesonderte Besprechung; denn es ist besonders wichtig für

1) G. O. Sars: Histoire nat. des Crustacés d'eau douce de Norvège. Christiania 1867.

uns über diese zu einer festen Ansicht zu gelangen, da diese hinwiederum die Berechtigung unserer Anschauung über die Fermentzellen stützt.

Bei Betrachtung der Leberzellen und deren Secret ist denn auch für uns wieder die allgemeine Frage von Interesse, ob die Absonderung der Leber ein Ex- oder ein Secret sei. Man wird sich daraufhin doch wohl so aussprechen müssen, dass sie beides sei. Ersteres insofern sie Cholesterin u. s. w. sowie Farbstoffe aus dem Blute — wenn auch indirect — aufnimmt und aus dem Körper befördert. Letzteres insofern sie auf die Emulsion der Fette und damit auf deren Resorption einwirkt. Ihre excretorische Bedeutung dürfte doch wohl die Existenz des Meconium über allen Zweifel erheben. Gerade diesbezüglich möchte ich aber auf ein eigenthümliches Factum bei unseren Crustaceen hinweisen. Bei Besprechung der Ringmuskeln der Drüsenschläuche bei den Isopoden wies ich auf deren Genese hin und deutete auf das frühzeitige Vorkommen derselben schon bei Embryonen, die noch im Besitze der blattförmigen Anhänge sind. In Uebereinstimmung mit Dohrn¹⁾ sah ich nun, dass gerade an den Drüsenschläuchen sich die **erste** Muskelbewegung bemerkbar macht, wodurch deren Inhalt in den Darm ergossen wird. Es spielt mithin auch hier das Organ, welchem wir z. Th. auch eine leberartige Function zuschreiben, eine bedeutende Rolle im embryonalen Leben; diese aber muss, da doch wohl zu dieser Zeit von Verdauung noch nicht die Rede sein kann, excretorischer Natur sein.

Wenn wir nun oben der Leber der Wirbelthiere auf Grundlage der Abcheidung von Gallenpigmenten und Cholesterin eine excretorische Function zuschrieben, so finden wir in der Abcheidung des Hepatopancreas der Crustaceen ebenfalls Cholesterin und Pigmente, die wir den typischen Gallenpigmenten der Wirbelthiere functionell gleichwerthig erachten dürfen.

Zunächst ist es doch immerhin auffallend, dass constant die Mitteldarmdrüse aller bisher untersuchten Crustaceen Pigmente enthält, wodurch sie eben den Namen und die Deutung einer Leber erlangte. Gegen diese Deutung ist nun Hoppe-Seyler aufgetreten. Er sagt zwar: „Stimmt aber die Drüse (des Fluss-

1) A. Dohrn: Die Embryonal-Entwicklung des Asellus aquat. Zeitsch. f. wissensch. Zool. Bd. XVII.

krebses) mit dem Pancreas in der geschilderten Secretion an Verdauungsferment überein, so ist damit noch nicht ausgeschlossen, dass sie zugleich Functionen einer Leber habe.“ Nun heisst es aber weiter, nachdem constatirt worden ist, dass die Functionen einer Leber bei den Wirbelthieren in der Bildung von Galle und Glycogen bestehen: „... auf den geringen Gehalt von Glycogen, den ich in der Verdauungsdrüse des Krebses constatirt habe, ist nicht viel zu geben, derselbe kann sehr wohl von der grossen Zahl amöboider Zellen ¹⁾, die sich in diesem Organ finden, herrühren,“ und weiter: „Von Gallenbestandtheilen ist weder in dieser Verdauungsdrüse des Krebses etwas zu finden, noch ist überhaupt das Vorkommen von Gallenfarbstoffen und von Gallensäuren bei irgend einem wirbellosen Thiere meines Wissens nachgewiesen.“ Wie nun damit noch nicht ausgeschlossen ist, dass die Verdauungsdrüse des Flusskrebsses zugleich die Functionen einer Leber habe, dürfte doch wohl einer näheren Erklärung bedürftig sein ²⁾.

Wenn Hoppe - Seyler nun auch in seiner grundlegenden Arbeit sich nicht weiter über die thatsächliche Bildung von Farbstoffen in der Drüse auslässt, so möchte ich gerade in dieser Bildung den Grund suchen, derselben eine leberartige Function zuzuweisen. Ganz abgesehen davon, dass intensivere Forschungen vielleicht darthun werden, dass diese und die typischen Gallenfarbstoffe sich näher stehen, als man zur Zeit anzunehmen geneigt, wozu meine spectroskopischen Untersuchungen und Reactionsprüfungen bereits eine Andeutung geben dürften, so wird die Bildung von Farbstoffen,

1) Welcher Art diese Zellen sind habe ich nicht erfahren können. Vielleicht sind es Blutzellen oder Zellen der Tunica serosa, die sich bekanntlich vom Fettkörper ableiten und wahrscheinlich Glycogen zum Aufbau des Panzers enthalten.

2) Uebrigens tritt Hoppe-Seyler eigentlich bereits aprioristisch auf gegen die Annahme des Vorhandenseins von Gallenfarbstoffen bei den Crustaceen, wie bei Wirbellosen überhaupt, wegen des bei diesen vorliegenden Mangels an Haemoglobin „welches sich“ — nach Hoppe-Seyler — „mit geringen Ausnahmen bei wirbellosen Thieren nicht findet, und diejenigen, welche es in ihrem Blute besitzen, haben keine rothe Blutkörperchen sondern Haemoglobin gelöst in der Blutflüssigkeit enthalten.“ Ja er geht so weit, auf Grundlage hiervon eine scharfe Grenzlinie zu ziehen zwischen Wirbellosen und Wirbelthieren, die abgesteckt ist durch Haemoglobin und Gallenfarbstoffe auf der einen und dem Fehlen dieser auf der anderen Seite. Ganz abgesehen davon, dass der Morphologe, sei er auch noch so sehr von

die doch wohl für den Haushalt des Crustaceenkörpers eine analoge Rolle spielen werden, wie die Gallenfarbstoffe für den Wirbelthierkörper das Recht geben, der Drüse neben ihrer Function als Verdauungsdrüse auch die einer Leber zuzuschreiben.

Ich glaube Claus ¹⁾ geht in dieser Hinsicht zu weit, wenn er, in seinem begründeten Streben, gegen die voreilige Deutung der Darmdrüse der wirbellosen Thiere als Leber, entschieden aufzukommen, nun auf der anderen Seite das Kind mit dem Bade ausschüttet in folgenden Sätzen: „Nun mag allerdings die Färbung des Secretes und der Drüse selbst, wie z. B. bei den Weichthieren, jene Deutung (als Leber) begünstigt haben, indessen dürfte diese doch nur von untergeordnetem Werthe sein. Selbst wenn sich Gallenfarbstoffe und Producte der Galle in jenen Säften nachweisen lassen würden, wäre damit der Beweis der gleichen Bedeutung nicht geführt, denn es ist wohl denkbar, dass das Secret zwar Stoffe beigemischt enthält, welche wie jene aus dem Blute ausgeschieden werden, dabei aber doch im Wesentlichen eine andere Wirkung ausübt und in dieser Hinsicht dem Magensaft und dem Pancreassecret näher kommt.“ Man kann aber im Gegentheil der Ansicht sein, dass „wenn sich Gallenfarbstoffe und Producte der Galle in jenen Säften nachweisen lassen würden“, damit gewiss der Beweis der relativ gleichen Bedeutung geführt ist. Denn das kann man a priori sagen, dass solche Drüsenzellen, die „Gallenfarbstoffe und Pro-

der Bedeutsamkeit chemischer Körper durchdrungen, gewiss nicht auf Basis solch ungenügend differenzirter Körper hin sich bewegen fühlen wird, eine derart scharfe Grenzlinie zu ziehen, so möchte zur Zeit der eine Grenzpfahl schon damit umgehauen sein, dass von verschiedener Seite her dargelegt worden ist, dass Haemoglobin vielleicht allgemeiner verbreitet ist bei Wirbellosen, als man zur Zeit anzunehmen berechtigt war. Es konnte für die verschiedensten Wirbellosen durch Ray Lankester, Nawroki, Mosely und Hubrecht nachgewiesen werden. Angenommen ferner, dass Haemoglobin der Ausgangspunkt sei für die Bildung der Gallenfarbstoffe, eine Annahme, die wohl zur Zeit noch nicht die allgemeine ist, so dürfte wohl nichts Unwahrscheinliches in der Ansicht liegen, dass analoge Farbstoffe aus einem dem Haemoglobin analogen Stoffe im Körper der Wirbellosen hervorgehen können. Ein solcher ist aber kürzlich durch L. Fredericq (Bulletin d. l'Acad. de Belgique XLVI. 1878 und XLVII 1879) für Cephalopoden und Crustaceen nachgewiesen worden, den er Haemocyanin nennt.

1) Claus: Zur Kenntniss des Baues u. d. Entwicklung d. Branchipus und Apus. Kgl. Ges. d. Wissensch. zu Göttingen. Bd. XVIII. 1873.

ducte der Galle“ bereiten, nicht gleichzeitig ein Secret produciren können, welches in seiner Wirkung „dem Magensaft und Pankreas-saft näher kommt.“ Ist es einer Drüse eigenthümlich ein Secret zwiefältiger Natur zu bilden, so muss auch der Zellenbelag zwiefältiger Natur sein und je eine Zellenart der Bildung je eines dieser beiden grundverschiedenen Secrete vorstehen.

Es ist alsdann nicht minder einseitig, die Drüse in diesem Falle nur als Verdauungsdrüse zu betrachten und ihre Leberfunction ganz zu übersehen, als es früher einseitig war, die Drüse nur als Leber zu betrachten. Steht die Drüse beiden Functionen vor, so werden beide auch gleicherweise wichtig und nöthig sein für den Haushalt des Thierkörpers; jedenfalls steht uns nicht das Recht zu, die eine Function über der anderen nach unserem Belieben aus dem Auge zu lassen.

Das Dilemma aber, in das sich Claus begeben hat, dürfte wohl durch meine Anschauung über den Bau und die Thätigkeit der Mitteldarmdrüse der Crustaceen in einigermassen befriedigender Weise sich lösen lassen. Diese meine Anschauung will ich aber in nachfolgenden Punkten kurz zusammenfassen.

1. In Frage stehende Drüse ist eine tubulöse Drüse, die ihr Secret in den Anfangstheil des Mitteldarmes ergiesst und deren einzelne Follikel von Innen nach Aussen von folgenden drei Umhüllungshäuten umgeben sind: einer Tunica propria, einer netzförmigen Tunica muscularis mit vorwiegender Entwicklung der circulären Muskelfasern, die je einer einzigen Muskelzelle entsprechen, und einer ebenfalls netzförmigen Tunica serosa, die sich vom Fettkörper herleitet.

2. Das Darmsecret der *Isopoden* wirkt verdauend auf Eiweisskörper ein, ebenso wie dies von Hoppe-Seyler, Krukenberg und mir für die *Decapoden* nachgewiesen werden konnte. Aus der Gleichheit des Baues der Drüse bei *Astacus fluv.* und den *Gammariden* schlossen wir ferner, dass auch die Drüse der letzteren ein Enzym producire, wie es für *Astacus* nachgewiesen worden ist.

3. Das Secret entspricht daneben bei *Isopoden*, *Amphipoden* und *Decapoden* der Abscheidung eines leberartigen Organes. Es enthält Pigmente an einen fettartigen Körper gebunden; auch lässt sich in demselben Cholesterin nachweisen. Dasselbe dürfte

somit in excretorischer Bedeutung der Galle der Wirbelthiere functionell gleichwerthig erachtet werden ¹⁾).

4. Entsprechend dieser **doppelten** Function setzt sich der einschichtige Zellenbelag der Drüse bei den *Isopoden* aus **zwei verschiedenen** Zellen zusammen. In der einen Art suchen wir die Fermentbildner: „**Fermentzellen**“; die anderen Zellen betrachten wir als den Sitz der Bildung von Pigmenten und anderen Abscheidungsproducten: „**Leberzellen**.“

5. Bei den *Amphipoden* und *Decapoden* finden sich die Leberzellen in gleicher Weise wieder. Daneben andere Zellen, welche ein wasserklares Secret in Form einer grossen Blase produciren. Diese möchten wir als das fermentative Agens der Drüse ansehen. Eine je nach den Umständen sich mehr oder weniger deutlich abhebende dritte Zellenart dürfte wohl nicht specifischer Natur, sondern nur als Ersatzquelle der beiden übrigen Zellenarten zu betrachten sein.

6. Glycogen auf mikrochemischem Wege in den Drüsenzellen nachzuweisen, gelang nicht ²⁾).

1) Bereits oben hatte ich Gelegenheit in einer Anmerkung nachträglich, nach Abschluss dieser Mittheilung, anzeigen zu können, dass Cadiat (Gazette médicale de Paris 1878, pag. 276) bei einer grossen Anzahl von wirbellosen Thieren — allerdings mit Uebergang der Crustaceen — den **Gallenfarbstoffen der Wirbelthiere analoge Farbstoffe** nachweisen konnte und sich somit in Uebereinstimmung mit meinen Befunden befindet. Ob aber die von ihm als Leber gedeuteten Drüsen daneben noch die zweite Function als Verdauungsdrüse übernehmen — es ist hier natürlich nur von solchen Drüsen die Rede, die eventuell einer solchen Thätigkeit vorstehen könnten, etwa der „Leber“ der Gasteropoden, natürlich nicht von Malpighischen Gefässen — wird von ihm gar nicht in den Kreis der Betrachtung gezogen. Insofern betrachte ich also die Mitteldarmdrüsen der Crustaceen als ein complicirteres Organ, eine Betrachtung, die wahrscheinlich auch für die Gasteropoden ihre Gültigkeit haben wird.

2) Ich möchte dies besonders betonen mit Rücksicht auf Claude Bernard's (Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux. T. II. p. 110 ff.) Angabe, dass die Mitteldarmdrüse der Crustaceen ein „appareil glycogénique“ sei, „un organ temporaire, embryonnair n'existant que dans l'intervalle de deux mues“; während sie ausserhalb der Zeit der Häutung eine Leber sei. Ich weiss nicht, in wie weit hierbei der berühmte Physiologe die mikroskopische Untersuchung zu Rathe gezogen hat; meine Ansicht jedoch geht dahin, dass das zum Aufbau des Panzers nöthige

7. Da die Drüse durch ihr Secret functionell gleichwerthig ist einmal der Drüsenart, die wir von den Wirbelthieren her, trotz auch dort bestehender Verschiedenheiten derselben unter einander, gewohnt sind unter dem Namen Leber zusammenzufassen, zum anderen Mal einer Verdauungsdrüse, so dürfen wir in ihr eine **Leber** und eine **Verdauungsdrüse**, angepasst dem Haushalte des Crustaceenkörpers, sehen. Das Ferment dieser Verdauungsdrüse ist aber bei einigen Crustaceen peptischer, bei anderen tryptischer Natur, ja es gibt sogar solche, welche beide Fermente secerniren. Hierbei ist dann noch zu bemerken, dass das hier vorliegende Pepsin und Trypsin nicht dem der Wirbelthiere identisch zu sein scheint. Von einer directen Vergleichung unserer in Frage stehenden Drüse etwa mit den Pepsindrüsen des Magens oder dem Pancreas bei den Wirbelthieren kann daher in dieser Hinsicht nicht die Rede sein.

8. Wenn wir auf Grundlage der oben angezogenen zwiefältigen Natur der Drüse für dieselbe an Stelle des einseitigen Namens: „Leber“, die Bezeichnung „**Hepatopancreas**“ vorschlagen, so soll — um dies nochmals zu wiederholen — damit nicht ausgedrückt sein, dass sie nun der Leber und dem Pancreas höherer Thiere homolog erachtet wird, sondern nur, dass sie theilweise Functionen einer Leber und einer Verdauungsdrüse übernimmt. Wenn nun in letzterer Hinsicht der Name Pancreas gewählt wurde, so geschah dies ohne Rücksicht auf Trypsin oder Pepsin — der Name Pancreas ist älter als beide, und sagt über die Function nichts aus; es geschah nur der Kürze halber, dann auch wegen des topographischen Verhaltens unserer Drüse zum Darne, das mutatis mutandis eine Vergleichung mit der vornehmlichsten Verdauungsdrüse des Mitteldarmes der Wirbelthiere zulassen dürfte. Sollte ein besserer Name, gleich kurz, die zwiefache Eigenschaft unseres Hepatopancreas ans Licht stellen, so würde ich ihm mit Freude begrüßen.

Glycogen innerhalb der Zellen des Fettkörpers bereitet wird, auch der Zellen welche die Tunica serosa der Drüsenschläuche bilden, und dass eben hierdurch Cl. Bernard zu seiner Ansicht verleitet worden ist.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXXVI, XXXVII u. XXXVIII.

Tafel XXXVI.

Alle Figuren beziehen sich auf Isopoden und sind, wo nicht anders bemerkt, bei einer Vergrößerung von Zeiss F. Oc. 1—2, allerdings verkleinert, dargestellt.

Fig. 1. Mittlere Partie eines Drüsenschlauches von *Porcellio scaber* zur Darstellung der Form und der Abhängigkeit derselben von der Anordnung der Muskulatur, sowie endlich, um die Drüsenzellen in ihrem gegenseitigen Verhalten sowohl im frischen Zustande (am Ende des Schlauches), als auch nach Behandlung mit Osmiumsäure (dunkle Zellenpartie) vorzuführen.

tp Tunica propria.

m Ringmuskeln, durch longitudinal verlaufende Fasern zu einem Netze verbunden.

f Fermentzellen, nach Behandlung mit Osmiumsäure mit schwarzem granulärem Inhalt; die lebenden Zellen erscheinen hell.

l Leberzellen.

Fig. 2. Querschnitt durch einen Drüsenschlauch von *Porcellio*, der in Osmiumsäure und Alcohol gehärtet worden.

f Fermentzellen.

l Leberzellen; springen weit in das Lumen vor.

Fig. 3. Ansicht der Drüsenzellen vom Lumen aus. Zwischen den stark in das Lumen hineinragenden Leberzellen (l) liegen in der Tiefe die Fermentzellen (f).

Fig. 4. Oberflächenansicht eines Drüsenschlauches von *Asellus aquaticus*. Stellt die Rosenkranzform desselben dar in ihrer Abhäutigkeit von der Muscularis; und weiter unten die Drüsenzellen. Durch Schatten ist auf denselben die fächerige Eintiefung durch die Längsmuskelfasern dargestellt.

tp Tunica propria.

mc Muskelringe unter einander verbunden durch die ml Längsmuskelfasern.

l Leberzellen.

f Fermentzellen nach Einwirkung von Osmiumsäure.

Fig. 5. Drüsenzellen des *Asellus aquaticus* in Wasser extrahirt (bis zu 24 Stunden) und darauf mit Osmiumsäure behandelt. Die Secret-

tröpfchen der Leberzellen l sind zu grösseren Tropfen zusammengeflossen und durch längere Einwirkung der Osmiumsäure, wie stets der Fall ist, geschwärzt. Die Fermentzellen (f) dagegen enthalten keine Granula mehr, bleiben daher auch nach Einwirkung der Säure hell.

- Fig. 6. Einige Drüsenzellen aus dem Hepatopancreas des *Asellus cavaticus*.
l Leberzellen.
f Fermentzellen.

T a f e l XXXVII.

Alle Figuren beziehen sich auf Amphipoden.

- Fig. 1. Stück eines Drüsenschlauches von *Gammarus marinus*, zur Demonstration der Umhüllungshäute und der Drüsenzellen.

f Zellenstränge des Fettkörpers, die den Schlauch als Tunica serosa umkleiden.

tp Tunica propria eingeschnürt durch die
mc Muskelringe, die durch
ml longitudinale Muskelfasern verbunden sind.

a Leberzellen, zwischen diesen die
a Fermentzellen.

b Reservezellen.

a', b', c' sind dieselben Zellen jedoch vom Lumen her gesehen. Hier erscheinen die Fermentzellen als grosse blasig aufgetriebene Zellen, umstellt von den Leberzellen. Diese in Form von Bändern vereinigten beiden Zellenarten springen so sehr in das Lumen der Drüse vor, dass das Zellenband b', welches beide trennt, nicht zur Ansicht gelangt.

- Fig. 2. Ansicht eines Querschnitts des Hepatopancreas von *Gammarus fluviatilis*.

a Leberzellen.

b Reservezellen.

c Fermentzellen.

- Fig. 3. Ansicht eines Längsschnittes eines Secretionszellenbandes.

a Leberzellen, an der einen Seite concav durch den Druck seitens der Secretblase der

c Fermentzellen. Zwei derselben sind durch Leberzellen a' a' nach der Seite des Beschauers hin überdeckt.

J sogenannte Intima, die niemals eine in sich zusammenhängende Lage darstellt, und als Haut sich abheben lässt, sondern aus dem homogenen Saume der Zellenleiber, von denen er sich nach erhärtend wirkenden Reagentien abhebt, sich zusammensetzt.

- Figg. 4, 5 und 5a. Oberflächenansichten des Drüsenzellenlagers verschiedener

Schläuche zur Demonstration der Verschiedenartigkeit der Erscheinung der Leberzellen und Reservezellen, abhängig von der Art und dem Grade der Anfüllung mit Secret, während die wasserhellen Fermentzellen stets unverändert zwischen denselben gelegen sind.

s Secretionszellenband.

r Reservezellenband

- Fig. 6. Ansicht einer Partie eines Secretionszellenbandes von *Gammarus fluv.* vom Lumen her betrachtet. Ueber die blasig aufgetriebenen Fermentzellen, deren innere Zellgrenze dem Centour um c entspricht, lassen sich die zarten Contouren der Leberzellen a erkennen, welche mithin mit wenig mächtigem Rande die Fermentzellen zum Theil überdecken.
- Fig. 7. Dasselbe von *Talitrus saltator* nach Behandlung mit Jod-Essigsäure.
- Fig. 8. Aus einem Querschnitt vom Drüsenschlauch des *Gammarus fluv.* (Winterthier). Die Leberzellen enthalten nahezu keine Secrettröpfchen.
a Leberzellen.
b Reservezellen.
c Fermentzellen.
- Fig. 9. Eine gleiche Ansicht ebenfalls von einem Winterthiere.

T a f e l XXXVIII.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf *Astacus fluviatilis*. Vergrößerung Zeiss: F Ocular 1 oder 2.

- Fig. 1. Ansicht auf die Wand des Drüsenschlauches. Zu äusserst sieht man das zarte Netz der Serosa-Zellen, unter diesen die Tunica muscularis, welche der Tunica propria aufgelagert ist.
- Fig. 2. Durchschnittsbild eines Secretionszellenbandes.
l Leberzellen.
f Fermentzellen.
i die sogenannte Intima.
- Fig. 3. Querschnitt durch den ganzen Drüsenschlauch. Die Partie b stellt das Aussehen eines solchen nach schwacher, die Partie a nach starker Einwirkung von Osmiumsäure dar. Im letzteren Falle ist das Secret der Leberzellen (l) intensiv geschwärzt; f Fermentzellen.
- Fig. 4. Querschnitt eines Secretionszellenbandes. Die Secretblase der Fermentzelle (f) ist dem Platzen, nach dem Lumen zu, nahe.
- Fig. 5. Ansicht auf das Zellenstratum eines Secretionszellenbandes vom Lumen her.
f Fermentzellen.
l Leberzellen.
- Fig. 6. Oberflächenansicht eines frisch unter das Mikroskop gebrachten Hepatopancreas nach Behandlung mit Essigsäure. l Leberzellen, f Fermentzellen mit deutlichem Kern.

Fig. 7. Isolirte Zellen eines Hepatopancreas, welches 12 Stunden lang in der feuchten Kammer gehalten und alsdann mit 1 pCt. Osmiumsäure behandelt wurde.

Leider war ich nicht mehr in der Lage die inzwischen von Wrzeńniewski im Zool. Anzeiger 1879 vorläufig mitgetheilten Untersuchungen über den Bau der „Leber“ einiger Amphipoden berücksichtigen zu können. Der genannte Forscher hat ebenfalls zwischen den Leberzellen eine zweite Art Zellen, — er spricht von „relativ umfangreichen, durchsichtigen, kernlosen Blasen“ — beobachtet, hält sie jedoch für metamorphosirte Leberzellen. Gegen diese Ansicht, der ich anfänglich auch huldigte, dürfte sprechen, dass auch die Zellen, deren Blase bis zum Aeussersten sich ausgedehnt hat, deutlich noch ihren Kern behalten haben und auch dadurch, dass die Blase noch stets von einem schmalen Protoplasmasaum des Zelleibes umgeben ist, erkennen lassen, dass wir es bei den Blasen mit einer genuinen Abscheidung eben der Zellen zu thun haben. Ferner glaube ich in dem Vorausgehenden dargethan zu haben, dass das Wesen des Secretes der Leberzellen und dasjenige der Blasen ein verschiedenartiges ist. Hierin dürfte aber der Schwerpunkt zu suchen sein für die Annahme der von Haus aus eigenartigen Natur jeder dieser beiden Zellenarten. Die weiteren kurzen Angaben Wrzeńniewski's dürften für uns noch von besonderem Interesse dadurch sein, dass sie sich auf andere, uns nicht zugängliche Amphipoden beziehen.

Neue Untersuchungen zur Anatomie der Seitenorgane der Fische.

II. Die Seitenorgane der Selachier.

Von

B. Solger

in Halle a. d. S.

Hierzu Tafel XXXIX.

An die frühere Mittheilung über die Seitenorgane von Chimaera ¹⁾ schliesst sich als Fortsetzung ein zweiter Abschnitt an, der von den gleichnamigen Gebilden der Selachier handelt. Ein kurzer Rückblick auf den Inhalt des ersten Artikels mag daran erinnern, dass dort das Hauptgewicht auf den histologischen Bau gelegt wurde, welcher, wenn auch nicht vollständig erschöpfend, doch der Hauptsache nach festgestellt werden konnte. An derselben Stelle war ferner auf die Uebereinstimmung hingewiesen worden, welche die Seitenorgane von Chimaera mit denen der Knochenfische verknüpft. Um so mehr wird man ein ähnliches Verhalten von den Organen einer Abtheilung erwarten dürfen, welche, wie die der Selachier, den Chimaeren in so naher Verwandtschaft sich anreihet. Die Untersuchung bestätigt nun, wie schon jetzt hervorgehoben sein mag, diese Vermuthung vollauf, und kann im Einzelnen den Nachweis bekannter Gebilde (Kolbenzellen, indifferenten Cylinderzellen, Basalzellen, Cupula) mit genügender Sicherheit liefern. Doch braucht der Leser deshalb eine ermüdende Wiederholung des bei Chimaera Vorgebrachten nicht zu befürchten; denn eine Darstellung unseres jetzigen Thema's kann gerade wichtige Punkte ausführlicher besprechen, die bei Chimaera kaum berührt worden waren, nämlich 1) die metamere Anord-

1) S. dies. Archiv Bd. XVII, S. 95 ff.

nung der Seitenorgane am Rumpfe und die Beziehungen derselben, resp. die des Seitenkanals zur Aussenwelt (seitliche Oeffnungen oder Querkänälchen ¹⁾), wie ich sie nennen will), sodann 2) die Entwicklungsgeschichte des Seitenkanalsystems, die in gewissem Sinne der Erforschung des ausgebildeten Sinnesapparates vorausleite. Freilich werde ich mich, was die Ontogenie anlangt, fast ausschliesslich an die Angaben der Autoren halten müssen, da ich nur ein einziges früheres Stadium eines Selachierembryo (*Acanthias*) zu untersuchen Gelegenheit hatte.

(Literatur.) Ueberhaupt ist die Literatur der Seitenorgane der Selachier aus naheliegenden Gründen weit reichhaltiger, als die für Chimaera. Eine Reihe von Forschern hat sich dieser Aufgabe gewidmet, und dabei namentlich das Verhalten des Hauptkanals und jener Querkänälchen berücksichtigt. Doch fehlt es auch nicht an Angaben über den histologischen Aufbau der Sinnesorgane.

Es wird daher zweckmässig sein, nach einer übersichtlichen Zusammenstellung der Literatur das Wesentliche der über die Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Seitenorgane der Selachier bisher bekannt gewordenen Thatsachen hier vorzuführen.

Angaben, die unseren Gegenstand betreffen, finden sich bei folgenden Autoren:

Stannius, *Periph. Nervensystem der Fische* (1849) und *Zootomie der Fische*.

Leydig, *Beitr. zur mikrosk. Anat. u. Entwickl. der Rochen und Haie* (1852) und in desselb. Autors *Histologie*.

M'Donnell, *On the syst. of the „lateral line“ in fishes* (*Transact. of the royal irish academy, Vol. XXIV. 1862*).

Semper, *Urogenitalsyst. d. Plagiostomen u. s. w.* (*Arbeiten aus d. zool.-zootom. Institut zu Würzburg II. 1875*).

Balfour, *A Monograph on the development of elasmobranch fishes, 1878*.

Ich will nun versuchen, die von den einzelnen Autoren gelieferten Beiträge in ein einheitliches Bild zusammenzufassen.

Was zunächst die Bahnen betrifft, in denen die Nervenfasern zu den Sinnesorganen sich begeben, so treffen wir auch hier wieder dasselbe Verhalten wie bei Chimaera. Die Organe des Kopfes inner-

1) Sie zweigen sich freilich oft genug in spitzem Winkel vom Hauptkanale ab, doch wollte ich gerne das Eigenschaftswort „seitlich“ vermeiden.

virt der Trigemini und zwar besonders der erste und zweite Ast desselben, die Organe des Rumpfes aber fallen dem Ramus lateralis n. vagi zu. Der Seitennerv verläuft bei *Spinax* und *Carcharias* (Stannius) als einfacher Stamm ¹⁾ zwischen dem ventralen und dorsalen Abschnitt der Rumpfmuskulatur nach rückwärts, und zwar in der Tiefe, der Wirbelsäule genähert, von seinem Verbreitungsgebiete, dem Seitenkanale, aber weit entfernt. Am Schwanze pflegt er der Oberfläche sich mehr zu nähern, so dass er „bei *Carcharias glaucus*, schon in der Gegend der zweiten Rückenflosse fast unmittelbar unter der äusseren Haut liegt“ (Stannius, Nervensyst. S. 100). Auf seinem Wege entsendet er Zweige in grosser Anzahl, die nun ihrerseits jeweils einem Ligamentum intermusculare folgend, gegen die Oberfläche aufsteigen und in den Seitenkanal eindringen (Leydig). Was nun das Kanalsystem selbst betrifft, so kann bezüglich seiner Anordnung und Verbreitung auf die bei *Chimaera* von mir wiedergegebene kurze Schilderung verwiesen werden, da auch bei den Selachiern der Kopf- und Rumpfantheil desselben sich im Wesentlichen ebenso verhält. Nur vorübergehend seien gewisse Besonderheiten berührt, die von Rochen bekannt sind. Die ventrale Fläche des Kopfes und des vorderen Rumpfabschnitts von *Raja (clavata)* ist durch einen eigenthümlichen Complex barocker Linien ausgezeichnet, welcher durch den hier mannigfach gebogenen Verlauf der Sinneskanäle zu Stande kommt (s. M'Donnell's Abbildung (Taf.V. Fig. 1). Bei *Torpedo* wird merkwürdigerweise diese ganze ventrale Partie des Röhrensystems vermisst (M'Donnell). — Gewisse Abschnitte der Kopfkanäle entbehren auf weite Strecken der seitlichen Oeffnungen

1) Für die richtige Würdigung der metameren Anordnung der Endorgane am Rumpfe, die weiter unten ausführlich erörtert werden soll, wäre es von nicht geringer Bedeutung, wenn die von einigen Untersuchern behaupteten Anastomosen des Ram. lat. vag. mit oberflächlichen Zweigen mehrerer oder gar aller Spinalnerven sich bestätigen würden. In diesem Sinne äusserten sich wirklich Cuvier und Büchner, freilich nicht ohne von verschiedenen Seiten sehr bestimmten Widerspruch zu erfahren. Sorgfältige und über ein reiches Material ausgedehnte Untersuchungen, die noch dazu — wie es scheint — eigens auf diesen Punkt gerichtet waren, führten Anatomen wie E. H. Weber, Savi, Robin und Stannius zu durchaus negativen Resultaten. — Auch Langerhans, der bei *Petromyzon* den Seitennerv auf die schonendste Weise isolirte, weiss Nichts von Verbindungen mit Spinalnerven zu berichten.

(Querkanälchen), so dass sie mittelst erstarrender Massen manchmal mit Leichtigkeit gefüllt werden können; andere dagegen, z. B. der Supraorbitaltheil, communiciren vielfach mit der Aussenwelt. Namentlich ist dieses letztere Verhalten für den Rumpftheil charakteristisch. In der Regel handelt es sich bei diesen seitlichen Oeffnungen nicht um einfache Löcher, wie bei *Scymnus lichia*, sondern „die Oeffnung ist röhrenförmig ausgezogen. In diesem Falle, z. B. bei *Mustelus laevis*, gewinnt der Seitenkanal ein halbgiefedertes Aussehen: da die kleineren Ausläufer alle nach unten gerichtet sind“ (Leydig). Diese Querkanälchen zweigen sich (bei Haien) in ziemlich regelmässigen Abständen in schiefer Richtung vom Hauptkanale ab (M'Donnell).

Mit dem histologischen Studium der Seitenkanäle der Selachier hat in erfolgreicher Weise bisher eigentlich nur Leydig sich beschäftigt. Er schildert den Bau derselben folgendermassen: Eine derbe bindegewebige oder faserknorpelige Röhre, welche die Hauptmasse der Wandung des Kanals bildet, umschliesst ein zweites zartes Rohr, das aus einer bindegewebigen, mit elastischen Fasern durchwebten Grundlage besteht und mit Epithel überzogen ist. Bei *Raja clavata* trifft man ein schönes Pflasterepithel, bei *Hexanchus griseus* sind es Zellen, die öfters mit einem dichten, stachelförmigen Fortsatze endigen (siehe Fig. 106 in Leydig's Histolog.). Grössere oder kleinere Papillen von warzen- oder kolbenförmiger Gestalt ragen in das Lumen hinein. Von diesem Epithel, das auch auf die Papillen übergeht, unterscheiden sich sofort lange, zarte Cylinderzellen, welche die Stelle des Nerveneintritts bedecken. Zwischen diesen Elementen scheinen die Nervenfasern zu endigen (Histol. S. 203). Es treten nämlich zahlreiche Nerventämmchen nach Durchbohrung des festen Umbüllungsrohres in den zarthäutigen Kanal ein. Jedes hier angelangte Stämmchen bildet einen Nervenknopf und da nun alle „in einer Längsreihe zu liegen kommen und wegen ihrer Menge dicht aufeinander folgen“, so entsteht „ein nach der Länge des Kanales fortlaufender, gleichsam linearer Nervenknopf.“ Die bisher mitgetheilten Angaben bezogen sich auf die Kopfkkanäle, was ich namentlich mit Rücksicht auf den von Leydig beschriebenen „fortlaufenden Nervenknopf“ hervorheben möchte. Vom Seitenkanal (des Rumpfes) selbst wird im Allgemeinen ein ähnlicher Aufbau berichtet; speciell wurden Nervenknöpfe bei *Scymnus lichia* gefunden. Ein helles Flui-

dum etwa von der Consistenz der Labyrinthflüssigkeit erfüllt den Binnenraum des Röhrensystems.

An diese Uebersicht des über die Anatomie der ausgebildeten Organe bisher Bekanntgewordenen schliesse sich ein Abriss der Entwicklungsgeschichte! Was zunächst die Entwicklung der Seitennerven anlangt, so liegen zur Zeit zwei verschiedene Darstellungen vor, die gerade in einem der wichtigsten Punkte von einander abweichen, nämlich in der Bezeichnung des Keimblattes, dem dieser Theil des peripheren Nervensystems seinen Ursprung verdankt.

Nach Semper ¹⁾ stammt der Nervus lateralis „wie bei Haiembryonen ungemein leicht zu constatiren“ ist, aus dem Ectoderm und folgt also demselben Entwicklungsmodus, der für das centrale Nervensystem als besonders charakteristisch bezeichnet zu werden pflegt. „Wenn er am Vorderende sich schon vollständig vom Ectoderm abgeschnürt hat“, lässt sich Semper wörtlich vernehmen, „und zwischen die Muskeln gerathen ist, liegt er noch in der Mitte des Körpers dem Ectoderm hart an, am hintern Körperende hat er sich sogar noch nicht einmal vollständig aus dem Ectoderm abgegliedert. Genau ebenso schreitet die Ausbildung der Seitenlinie und ihrer Organe von vorn nach hinten ganz allmählig fort.“ Ausführlichere Mittheilungen über die Entwicklung der Seitenlinie bei den Haien werden vom Autor in Aussicht gestellt. Die soeben reproducirte Schilderung der Entwicklung der Seitennerven steht nun, wie Semper ausdrücklich betont, „in vollständigster Uebereinstimmung“ mit dem Ergebnisse, zu welchem Goette nach Untersuchungen an Unkenlarven gelangt war. Auch dieser Forscher hatte sich für die Entstehung des N. lateralis aus dem Ectoderm erklärt und in consequenter Schlussfolge denselben Entwicklungsmodus auch für die in den Seitenorganen des Kopfes endigenden Aeste des N. trigeminus in Anspruch genommen ²⁾.

Es bedarf kaum eines besonderen Hinweises, dass wir, falls diese Darstellung dem wirklichen Sachverhalte entspräche, vor einer höchst überraschenden Thatsache stehen würden. In der That haben sich denn auch alsbald Stimmen erhoben, welche die Richtigkeit des von Goette und Semper vertretenen Satzes in Zweifel

1) l. s. S. 398.

2) A. Goette: Entw. d. Unke, S. 672 und 719. Vrgl. auch Balfour, l. c. S. 146, Anmerk. 1.

ziehen. Zunächst ist es A. Kölliker¹⁾, der Goette's „Aufstellung vorläufig kaum als eine gesicherte angesehen“ wissen will. Freilich leiten ihn bei seinem Urtheile allgemeine Erwägungen, nicht speciell auf diesen Punkt gerichtete Untersuchungen. Dafür ist von anderer Seite dieses Postulat erfüllt und eine Nachprüfung der Angaben Semper's vorgenommen worden, die zu einem anderen Ergebnisse führte. Balfour²⁾ kam nach Untersuchungen von Selachierembryonen (besonders Embryonen von *Scyllium canicula*) zu dem Resultate, dass der Seitennerv sich nicht peripherisch von der Oberhautanlage abspaltet, wenn er auch an manchen Stellen theilweise von gewissen Zellen derselben umfasst wird (l. c. Taf. XII Fig. 3 b und 3 c); er entwickelt sich nach der Angabe des englischen Anatomen vielmehr als ein Ast des Vagus, er entstammt mit andern Worten dem mittleren Keimblatte. Dasselbe gilt mit grösster Wahrscheinlichkeit auch für die Nerven, welche zu den „Schleimkanälen“ (mucous canals³⁾) des Kopfes sich begeben (gegen Goette).

Auch die Entwicklung des Seitenkanalsystems selbst, deren Kenntniss gleichfalls hauptsächlich den Bemühungen Balfour's zu danken ist, verdient nun genauer betrachtet zu werden. Noch wichtiger wäre freilich, wie schon Eisig richtig hervorhebt, ein Einblick in die Entstehung der Seitenorgane, d. h. der nervösen Endapparate gewesen, doch haben die sorgfältigen Angaben Balfour's auch für die Lösung dieses Problem's die Wege gebahnet. Das früheste Entwicklungsstadium des den Seitenkanal später auskleidenden Epithelrohrs erscheint als eine kurze, aber breite Verdickung der unteren Lage der Epidermis, in der Höhe der Chorda, an einer dem hintern Kopf- und dem vordern Rumpfabschnitt entsprechenden Stelle. Diese Partie des Integuments unterscheidet sich jetzt schon von ihrer Umgebung: ausnehmend hohe Zellen des *Stratum mucosum*, zwischen deren Basis eigenthümliche Rundzellen eingestreut sind, setzen sie zusammen. Diese Epithel-

1) Kölliker, Entwicklungsgesch. II. Aufl. S. 398.

2) Balfour, l. c. S. 141 ff.

3) Leider finden sich in Balfour's Darstellung zweierlei Bildungen, die getrennt zu behandeln gewesen wären, unter obiger Bezeichnung zusammengefasst: nämlich die Seitenorgane des Kopfes und die Lorenzinischen Ampullen.

verdickung dehnt sich in der Folge weiter nach rückwärts aus, indem gleichzeitig die Differenzirung der Zellen in derselben Weise sich vollzieht. Weiterhin zeigt sich zuerst in der Gegend des hintern Rumpftheils im Innern des bisher soliden Zellstranges ein auf dem Querschnitt schlitzförmiger Hohlraum, der von zwei nahezu parallelen Wandungen, einer medialen und einer lateralen umschlossen wird. Beide sind durch verschiedenes Epithel charakterisirt; medial finden sich hohe Cylinderzellen, lateral dagegen abgeplattete Elemente (l. c. Taf. XII. Fig. 3 d). Dieser Spaltungsvorgang schreitet in der Folge nach vorne hin weiter, gleichzeitig rückt der auf diese Weise gebildete Kanal mehr in die Tiefe. Bald darauf (im Stadium P¹) tritt die erste Andeutung von Querkanälchen (segmental apertures) auf (l. c. Taf. XII. Fig. 4). Das Lumen des Kanals sendet aufwärts (upwards²) und auswärts eine Anzahl von Verlängerungen aus; es schreitet demnach der Vorgang der Dehiscenz weiter gegen die Oberfläche fort, ohne dass es jedoch zunächst zur Bildung wirklicher äusserer Oeffnungen kommt. In regelmässigen, den Segmenten entsprechenden Abständen wiederholt sich der Process. Unterdessen hat eine weitere höchst bemerkenswerthe Differenzirung der zelligen Auskleidung Platz gegriffen und zwar an der dem Ursprung des Querkanälchens gegenüberliegenden Wand³) (l. c. Taf. XII, Fig. 4). Es ist der erste Schritt zur Sonderung des Sinnesepithels von dem indifferenten Epithelüberzug.

Eine kurze vergleichend-entwicklungsgeschichtliche Betrachtung möge diesen Abschnitt beschliessen! Wie schon erwähnt⁴), unterscheidet die Genese des Seitenkanals sich bei Selachiern und Teleostiern insoferne, als im ersten Fall durch den eben geschilderten Spaltungsprocess, im letzteren durch das Schliessen einer bei Chimaera persistirenden Rinne der Kanal durchgängig.

Dass dieser Differenz keine wesentliche Bedeutung zugeschrieben werden darf, wird durch folgende Belege zur Genüge er-

1) S. Balfour's Erklärung dieser Bezeichnung l. c. S. 80.

2) Also dorsalwärts?

3) Balfour, l. c. S. 144: „a special area of the inner border of the canal of the lateral line becomes distinguished by its structure from the remainder.“

4) S. den I. Artikel, Seitenorgane von Chimaera.

wiesen¹⁾. Das erste Beispiel ist der Entwicklungsgeschichte des Rückenmarks entnommen. Der Centralkanal der Medulla spinalis gewisser Knochenfische (*Salmo fario*) entsteht nicht, wie es sonst als Norm gilt, durch Schliessung einer Rinne, der Primitivrinne, wobei die Ränder der Rückenwülste bis zur Verschmelzung sich miteinander vereinigen, sondern durch Dehiscenz im Innern eines soliden, gegen das Corium einwachsenden Zellstranges. Ein weiteres Beispiel liefert die Entwicklung des Thränenmasenganges der Wirbelthiere, der in neuester Zeit durch G. Born²⁾ eine mustergültige Bearbeitung zu Theil wurde. Hier bildet sogar der Vorgang der Dehiscenz die Regel; denn unter den vier Wirbelthierklassen, die überhaupt dabei in Betracht kommen, ist nach Born bei Amphibienlarven, sodann bei Eidechsen- und Hühnerembryonen dieser Modus der Lumenbildung der herrschende, und nur für die Säugethiere muss Kölliker⁴⁾ zufolge auch jetzt noch die alte Lehre von dem Sichschliessen einer zwischen dem äusseren Nasenfortsatze und dem Oberkieferfortsatze auftretenden Rinne aufrecht erhalten werden.

(Eigene Untersuchungen.) Die Rücksicht auf etwaige Prüfungen anderer Untersucher, die hoffentlich nicht lange auf sich werden warten lassen, bestimmt mich, die Ergebnisse meiner eigenen Beobachtungen nicht in sachlich geordneten Rubriken aufzuführen, sondern die für jede einzelne Thierform gefundenen Verhältnisse zusammen vorzutragen. Am Schlusse eines später zu publicirenden III. Artikels, der die Seitenorgane der Teleostier behandeln wird, soll dann das Gesamtresultat mitgetheilt werden.

1) Die nahe Verwandtschaft beider Vorgänge ergibt sich schon aus dem Umstande, dass auch ein Selachier, *Echinorhinus spinosus* (*Scymnus*) am Rumpfe die Rinnenform der Seitenlinie aufweist. Hier ist die offene Seitenlinie, wie ich jetzt Dank der lebenswürdigen Gefälligkeit des Herrn Dr. Hubrecht (Leiden) ergänzend nachtragen kann, nach vorne bis in die Gegend des Kiemenapparats nachweisbar.

2) *Morphol. Jahrb.* Bd. II und V.

3) Kölliker, *Entwicklungsgesch.* 1879, S. 700. — Vergl. auch S. 872 (Entw. d. Schilddrüse bei Vögeln und Säugern).

1. Haie.

Mit *Scyllium catulus* beginne ich. Ein von einem kleinen Exemplar genommener Hautstreifen, welcher den vordersten Rumpfabschnitt des Seitenkanals sammt den unmittelbar darunterliegenden Weichtheilen (Seitennerv, Musculatur, Seitenlymphgefäss) enthielt, wurde zunächst in sehr verdünnte, allmählich in concentrirtere Chromsäurelösung gebracht, sodann in Alcohol gehärtet und nun auf einem Leyser'schen Microtom in eine zusammenhängende Reihe von Schnitten (über 250) zerlegt. Diese Strecke umfasste zwei vollständige Nervenendigungen, ein zwischen sie eingeschobener Streifen indifferenten Epithels trennte die beiden Endorgane. Da überdies die zuerst erhaltenen und die den Schluss der gesammten Serie bildenden Schnitte dieselbe indifferente Epithelauskleidung darboten, so konnte darüber, dass wirklich zwei vollständige Endknospen vorlagen, kein Zweifel bestehen. Dazu kommt noch, dass in der Mitte der ersten, sowie der zweiten Hälfte der Schnittreihe Präparate sich ergaben, welche ein Nervenstämmchen im Längsschnitt zeigen, wie es senkrecht aus der Tiefe aufsteigend die mediale Wand des Seitenkanals durchbricht und nach oben gegen das Sinnesepithel sich wendet. Da die Zerlegung beider Endorgane ganz entsprechende Bilder lieferte, und überdies in der gleichen Reihenfolge, da ferner auch die Zahl der Schnitte im Ganzen dieselbe war, so wird die Schilderung eines einzigen Gebildes genügen; ohnehin werden sich bei der Beschreibung beständig Anknüpfungspunkte an die von Chimaera bekannten Verhältnisse ergeben.

Es handelt sich auch bei *Scyllium* wieder um eine in das Lumen des Seitenkanals vorspringende Erhebung, die beträchtlich länger ist, als breit. Die Bestimmung der Lage des Endorgans kann nicht wohl vorgenommen werden ohne eine vorherige Orientirung der Wandungen des Kanals, und am zweckmässigsten geschieht dies mit Hülfe eines Querschnittbildes (s. Fig. 1). Man bemerkt einen vollständig geschlossenen Kanal von viereckigem Lumen, dessen Wände als dorsale (d), ventrale, laterale (äussere) und mediale (innere) bezeichnet werden sollen. Die beiden erstgenannten übertreffen die anderen sehr beträchtlich an Ausdehnung (im Mittel 0,47 mm gegen 0,25 mm). Die abgerundeten Win-

kel, in denen die vier Flächen auf einander stossen, mögen zur Erleichterung der Beschreibung als äusserer und innerer dorsaler und als äusserer und innerer ventraler unterschieden werden.

Es fällt sofort in die Augen, dass die Lage des Endorgans bei Scyllium eine andere ist, als bei Chimaera; es liegt nämlich nicht im Grunde des Kanals im Bereiche der medialen Wand, sondern wir treffen es an einer Seitenwand, der dorsalen, an, in geringer Entfernung von dem äusseren dorsalen Winkel. Dagegen stimmt die Form des gesammten Organs gut mit dem von Chimaera geschilderten Verhalten überein. Wie dort, so sehen wir auch bei Scyllium eine langgestreckte Erhebung mit etwa spindelförmiger Basis, deren Längsaxe dem Verlaufe des Seitenkanals folgt; sie ist in der Mitte ihrer Längsausdehnung am höchsten und daselbst auch (in dorso-ventraler Richtung) am breitesten. Nach beiden Enden hin wird nicht nur die Coriumerhebung niedriger und gleichzeitig auch schmaler, um schliesslich vollends zu verschwinden, auch das Epithel ändert sich. Es verliert an Höhe; damit geht der Verlust der Sinneszellen Hand in Hand. Denkt man sich die ganze Erhebung in drei Abschnitte von gleicher Länge getheilt, so dürften die charakteristischen Kolbenzellen, die auch hier wieder die eigentlichen Sinneszellen repräsentiren, den Bereich des mittleren Drittels nicht überschreiten, und das erste und letzte Drittel würde der Nervenendigungen somit ganz entbehren.

Ein Querschnitt durch die Mitte des Organs zeigt folgende Verhältnisse: Von den drei Flächen der Coriumerhebung, die hier natürlich als Ränder erscheinen, nämlich der oberen (der ventralen Wand gegenüber) und den beiden seitlichen (der lateralen und der medialen Wand gegenüber) trägt nur die erste das Sinnesepithel, welches mit den dazwischen und darunter liegenden indifferenten Elementen das von Chimaera her bekannte Bild darbietet. In unterster Lage stehen wieder Basalzellen mit grossem rundlichen oder ovalen Kern, dann folgen hohe cylindrische Elemente; zwischen diesen letzteren sind die Kolbenzellen vertheilt, deren man 4 bis 6 auf feinen Schnitten in geringen Abständen von einander wahrzunehmen pflegt. Die Kolbenzellen messen 0,028 mm, sind aber nur wenig grösser als die Birnzellen der Knochenfische, deren Länge F. E. Schulze zu 0,022 mm bestimmte, und fast um die Hälfte kleiner als die Kolbenzellen von Chimaera, die nach meinen Mes-

sungen 0,050 mm erreichen können. Zwischen den Basalzellen und den Elementen der oberen Schicht erscheinen wieder die „Zwischenpfeiler“, die an den Grenzen des geschilderten Epithellagers gegen die seitlichen Abhänge hin häufig büschelförmige Anordnung zeigen. Was nun das Epithel der Abhänge der Coriumerhebung betrifft, so ist es auch hier wieder ein indifferentes, das scharf von dem Sinnesepithel sich abhebt. Der Lederhaut ursprünglich anliegend, aber ganz constant durch Schrumpfung von derselben abgehoben, lassen sich ferner auch hier grosse, mit zackigen, nach oben gerichteten Fortsätzen versehene Zellen von blassem homogenem Protoplasma mit grossem ovalem Kern nachweisen, welche, den bei Chimaera beschriebenen und abgebildeten Elementen (l. c. S. 107 und Fig. 8, r) vollständig entsprechen. Ich sah auf Schnitten durch beide Coriumabhänge und deren Epithel immer beiderseits nur je ein derartiges Gebilde. Darüber legen sich in einfacher oder doppelter Schicht niedrige, cubische Elemente mit rundlichen Kernen.

Lateral und oft noch deutlicher, medial von der Coriumpapille und ihren Zellen zeigt sich auf Querschnitten dieser Gegend eine hauptsächlich vom Epithel aufgeworfene, obere und untere Falte¹⁾. Beide fassen das gesammte Endorgan auf diese Weise zwischen sich und können es auch wohl überragen; sie nehmen mit dem Endorgan an Höhe ab und zwar häufig noch rascher als dieses, so dass man alsdann an Schnitten durch die Endabschnitte desselben nichts mehr von ihnen wahrnimmt.

Bisher war nur von der dorsalen Wand die Rede; einförmiger und schon deshalb weniger interessant stellt sich die Epithelbekleidung der drei übrigen Flächen dem Untersucher dar. Zwei oder auch mehr Lagen niedriger oder selbst platter Zellen, decken die spärliche Schicht lockeren Bindegewebes, welches zwischen das Epithel und den derben Bindegewebsknorpel der Wandung eingeschaltet ist.

Die Innervation des Endorgans wurde schon oben kurz berührt. Weitaus die meisten Schnitte liefern nur das Bild quer-durchschnittener, markhaltiger Nervenfasern, deren Zahl gegen die Enden der Erhebung mehr und mehr bis zum völligen Verschwinden abnimmt.

1) S. Fig. 1.

Eine vollständige Schnittreihe enthält jedoch auch einige Präparate, welche das für die Endknospe bestimmte Nervenstämmchen im Längsschnitt zeigen. Es steigt an der Grenze der dorsalen und ventralen Seitenmusculatur senkrecht aus der Tiefe empor, um dann seine Fasern nach vorn und nach rückwärts auszusenden. Das Stämmchen durchbricht die faserknorpelige Wandung in der Gegend des inneren dorsalen Winkels, und zwar entspricht die Stelle, auf die Längsausdehnung des Endorgans bezogen, dem mittleren Abschnitt desselben.

Bisher wurde nur das Bild eines vollständig geschlossenen Kanals vorgeführt. Eine weitere Musterung der Schnitte belehrt jedoch, dass dieser Kanal von Strecke zu Strecke seitliche Oeffnungen, oder Querkanälchen besitzt, die frei auf der Oberfläche der Epidermis ausmünden. Auf jedes Endorgan kommt je ein Querkanälchen. Ihre Abgangsstelle vom Hauptkanal findet sich in geringer Entfernung von dem Orte des Nerveneintritts und liegt dem Endorgan gegenüber (s. Fig. 1). Mit anderen Worten, von der ventralen Wand geht eine trichterförmige (auf den Schnitten etwa 0,05 mm breite) Ausbuchtung ab, die sehr bald zu einem engen, schief gegen die freie Fläche des Integuments aufsteigenden Kanälchen, dem Querkanälchen, sich verjüngt.

Schliesslich wäre noch die Frage zu erörtern: Wie verhält sich das Epithel zwischen zwei Endorganen? Man wird sich erinnern, dass die specifischen Sinneszellen nur im Bereiche des mittleren Drittels eines Organes vorkommen, und dass die Enden von indifferenten Zellen eingenommen werden, die jedoch scharf von dem übrigen Epithel des Seitenkanals sich sondern. Allein allmählich wird ihr Bezirk von den Elementen der Nachbarschaft mehr und mehr eingeengt, bis sie vollständig geschwunden sind. Damit ist die Grenze eines Endorganes erreicht; mehrere Schnitte hindurch zeigt sich nur die gewöhnliche zellige Auskleidung des Seitenkanals, aber bald mehrern sich die Zeichen, dass der Beginn einer neuen Sinnesknospe erreicht ist.

Das Ergebniss der ersten Schnittreihe ist also folgendes: Die beiden zerlegten Endorgane des Rumpfes verhalten sich vollständig gleich in ihrem gröberem und feineren Bau, zu jedem von ihnen gehört ein Nervenstämmchen und ein Querkanälchen. Eine nachträgliche Verglei-

chung der Zahl der Schnitte und eine darauf basirende Schätzung¹⁾ der Dimension, die jedem Endorgane zukommt, macht es ferner im hohen Grade wahrscheinlich, dass sie auch in ihrer Grösse nicht von einander abweichen.

An einem zweiten Objecte derselben Species wurde speciell auf das Grössenverhältniss geachtet, das zwischen einem Seitenorgane des Rumpfes und dem darunter liegenden Muskelsegment besteht. Durch directe Messung mit dem Zirkel bestimmte ich den Abstand zweier ein Myocomma begrenzenden Ligamenta intermuscularia im Bereiche der vorderen Rumpfggend auf ca. 2mm. Entsprechend nun, wie ich vermuthete, jedem Metamer ein Endorgan, dann mussten die einander entsprechenden Bilder immer 2mm auseinander liegen. Als das am unzweideutigsten sprechende Probeobject wählte ich denjenigen Schnitt, welcher die Eintrittsstelle des Nervenstämmchens in den Seitenkanal enthielt. In der That war der Schlitten, mit dem zu untersuchenden Object von der ersten bis zur zweiten Nerven Eintrittsstelle um 20 Theilstriche, oder um 2mm verschoben worden.

Acanthias vulgaris.

Erwachsene Dornhaie wurden von mir nicht untersucht. Doeh waren die Embryonen, die ich erlangen konnte, meist der Reife nahe, und somit kann der weiter unten von einem ca. 20 cm langen Exemplar mitgetheilte Befund wenigstens theilweise als Ersatz dieser Lücke gelten. Von jüngeren Entwicklungsstadien stand mir nur ein Embryo von 7 cm Länge zu Gebote; mit seiner Schilderung soll der Anfang gemacht werden.

Der ganz frische Embryo wurde zunächst in $\frac{1}{8}$ % Chromsäurelösung gelegt. Nach 24stündiger Einwirkung dieser Flüssigkeit konnte die Epidermis in grösseren zusammenhängenden Stücken sauber von dem Corium abgehoben werden, und nicht lange darauf gelang es auch, die Lederhaut von der Musculatur ziemlich glatt abzulösen. Da das Corium noch ungemein dünn und durchsichtig war, so stellten sich der mikroskopischen Durchforschung seiner beiden Flächen keine Schwierigkeiten entgegen. Zu-

1) Es war versäumt worden, während des Schneidens direct zu messen.

nächst sei vom Rumpfe die Rede; es zeigte sich alsbald, dass sowohl an der Aussen- wie an der Innenfläche der Lederhaut doch noch Reste des bedeckenden oder angrenzenden Gewebes zurückgeblieben waren, nämlich einmal gewisse spindelförmige Epithelhaufen (Fig. 2 c), sodann zweitens deutliche Spuren der Anheftungsstellen der Ligamenta intermuscularia, sowie der sie begleitenden Gefässe. Die der Innenseite der Lederhaut anhaftenden Gewebereste sind uns für unsere Zwecke besonders willkommen, denn sie setzen uns in den Stand, eine etwa vorhandene Gliederung des Seitenkanals in Beziehung zur Segmentirung der Leibeswand zu bringen.

Der Seitenkanal erscheint in diesem Stadium nur als ein Zellenstrang, der in eine rinnenförmige Vertiefung des Corium eingebettet ist. Zur Differenzirung einer besonderen bindegewebigen Wandung ist es noch nicht gekommen. Dieser Zellenstrang (Fig. 2 s) zeigt an seiner ventralen Seite in regelmässigen Abständen eine Anzahl niedriger Vorragungen, so dass eine wellenförmige Zeichnung entsteht. Diese Figuren sind an einem mir vorliegenden Präparate über sechs benachbarte Segmente hin zu verfolgen. Es scheint dabei als Regel zu gelten, dass je drei derartige Wellenberge auf ein Metamer treffen, und nur an einer Stelle bemerke ich deren nur zwei. Im Innern jeder solchen Verbreiterung bemerkt man eine auch in der Zeichnung angedeutete strahlige Figur. Ich vermüthe, dass der geschilderte Befund so zu deuten sein dürfte: Der Zellenstrang wächst an bestimmten Stellen stärker in die Breite und im Innern eben derselben Abschnitte mag der Vorgang der Dehiscenz, welche schliesslich die ursprüngliche solide Epitheleinwachsung in einen durchgängigen Kanal umwandelt, soeben anfangen Platz zu greifen.

Figur 3 zeigt in einfachen Umrissen ein Stück von dem Kopftheil des Seitenkanalsystems. Hier ist das Rohr schon vollkommen wegsam und sendet kürzere oder längere Ausläufer, die späteren Querkanälchen, aus. Eine Vergleichung der beiden Figuren 2 und 3 könnte leicht zu der Vermüthung führen, dass auch am Rumpfe jede der wellenförmigen Vorragungen die Anlage eines Querkanälchens repräsentire. Aus der Untersuchung reifer Embryonen (s. u.) scheint jedoch hervorzugehen, dass von je drei Ausbuchtungen immer nur eine bestimmt ist, zu einem Kanälchen sich auszubilden.

Bezüglich der mit c (Fig. 2) bezeichneten Zellenspindeln mag schliesslich noch bemerkt werden, dass sie zum Seitenkanalsystem in keiner directen Beziehung stehen, da ich dieselben Gebilde an einem älteren Embryo auch in grösserer Entfernung von der Gegend der Seitenlinie und zwar dorsal von derselben antraf. Vielleicht handelt es sich um die Anlage becherförmiger Organe.

Die übrigen von mir untersuchten Embryonen waren, wie schon bemerkt, nahezu reif (18—20 cm lang). An solchen Formen lassen sich schon makroskopisch einige Einblicke gewinnen. Ich untersuchte daher an einem Spiritusexemplar auf diese Weise die Oeffnungen der Querkanälchen am Rumpfe. Sie erschienen als eine Längsreihe kleiner, weisser Pünktchen, die in regelmässiger Entfernung auf einander folgen. Etwa 30 Oeffnungen kamen auf das erste Fünftel des Rumpfes; sie liegen ventral vom Seitenkanal.

Da auf diese Art schon festgestellt war, dass die Querkanälchen in gleichmässigen Abständen auf der Oberfläche des Integuments ausmünden, erhob sich weiter die Frage, in welcher Beziehung diese Abstände zur Längsausdehnung der Myocommata stehen. An einem gut conservirten zweiten Exemplar von 18 cm Länge wurde durch makroskopische Messung eines durch die Haut und die anstossende Rumpfmuskulatur geführten Längsschnittes die Distanz zweier bindegewebigen Scheidewände zu 1 mm bestimmt. Das entsprechende Hautstück der andern Körperhälfte wurde, in Paraffin eingeschmolzen, in Querschnitte zerlegt. Als Resultat dieser Schnittreihe, die eine Strecke von 3,1 mm, also drei Segmente umfasste, ergab sich, dass die Abgangsstellen der Querkanälchen, denen ich begegnete, jedesmal um 1 mm auseinandergerückt sind. Die Querkanälchen sind also segmental angeordnet.

Mustelus laevis.

Die so eben mitgetheilten Untersuchungen der Seitenorgane von *Scyllium* und *Acanthias* haben zu dem Ergebnisse geführt, dass am Rumpfe dieser Selachier stellenweise (ob durchaus, muss erst noch constatirt werden) eine ausgesprochene Metamerie dieser Sinnesorgane herrscht, und zwar in der Weise, dass auf jedes Körpersegment eine Endknospe, ein zugehöriges Nervenstämmchen und

ein Querkanälchen trifft. Bei *Mustelus* tritt uns nun eine interessante Modification dieser Vertheilung entgegen. Zwar steht hier die Zahl der Nerven und Querkanälchen¹⁾ des Rumpfes in einem bestimmten Verhältnisse zu derjenigen der Leibessegmente, aber die Summen der verschiedenen Gebilde gleichen sich nicht mehr; sondern jedem einzelnen Rumpfsegment kommt eine Mehrheit von Nervenstämmchen und Querkanälchen zu, nämlich regelmässig drei. Aber bevor ich das thatsächliche Material für diese Behauptung vorlege, muss ein anderer Punkt noch erledigt werden. Ich traf die Disposition des Stoffes in der Weise, dass die Besprechung von *Mustelus* der Schilderung des Befundes von *Scyllium* und *Acanthias* nachfolgt. Diese Gruppierung könnte leicht so gedeutet werden, als sollte damit das Verhalten von *Mustelus* als spätere, abgeleitete Form bezeichnet werden. Die Frage nach dem primitiven und secundären Zustand ist ohne Zweifel von grosser Bedeutung und muss früher oder später discutirt werden²⁾. Zur Zeit scheinen mir aber für eine wohlbegründete Erledigung derselben noch viel zu wenig Thatsachen vorzuliegen. Für die von mir angenommene Reihenfolge war daher nur die alte Regel das Bestimmende, den seltneren Fall nach dem häufiger vorkommenden zu erörtern.

Ich berichte zunächst über ein Exemplar von *Mustelus laevis*, dessen Grösse es erlaubte, schon mit unbewaffnetem Auge einige nicht unwesentliche Punkte zu eruiren. Die Länge desselben betrug 1,30 m. Ein Hautstück des Rumpfes aus der Gegend der Seitenlinie von 12 cm Länge umfasste 8 Segmente. Der Abstand zweier Ligamenta intermuscularia wurde übrigens auch noch direct gemessen, und dafür im Einklang mit der vorigen Angabe die Grösse von 1,25 cm gefunden.

Das Lumen des Seitenkanals war weit genug, um die Einführung einer dünnen Canüle zu gestatten. Es wurde daher, um

1) Ueber die auf ein Metamer treffende Anzahl umschriebener Endknospen bin ich nicht ins Klare gekommen.

2) Vergl. auch H. Eisig, Seitenorg. und becherf. Org. d. Capitell. S. 331 u. 332.

Uebrigens wird auch die Entscheidung der noch schwebenden Frage, ob den Urnierenkanälchen der Wirbelthiere ursprünglich eine metamere oder dysmetamere Anlage zukam, für die Auffassung der Metamerie der Seitenorgane von Bedeutung sein.

über die Durchgängigkeit und über etwaige seitliche Oeffnungen des Kanals Aufschluss zu erhalten, bei mässigem Drucke eine grössere Quantität einer 0,5 proc. Osmiumsäurelösung eingespritzt. Die injicirte Flüssigkeit trat gleichzeitig aus einer grösseren Anzahl feiner, den Querkänälehen angehöriger Mündungen hervor, die bald darauf als braune oder schwarze Flecken dauernd von der Umgebung sich abhoben. An dem ausgeschnittenen Hautstücke, das über acht Segmente sich erstreckte, zeigten sich nun ventral von dem Seitenkanal 24 stichförmige Oeffnungen, die Mündungen ebensovieler Querkänälehen. Gute Uebersichtspräparate, wie Fig. 5 eins vorstellt, erhält man auf folgende Weise: Das mit Osmiumsäurelösung injicirte Hautstück wird auf einige Tage in die Kleinenberg'sche Pierinschwefelsäuremischung gebracht. Mit einem Scalpell lassen sich dann die erweichten Placoidschuppen durch Schaben oder Schneiden leicht entfernen. Legt man das auf diese Weise oberflächlich geglättete Hautstück nunmehr in Glycerin, so tritt die schwarze, halbgefiederte Figur, welche der Hauptkanal sammt den Querkänälehen (a) bildet, auf dem gelben Grunde auf das Deutlichste hervor. Die Mündungen der Querkänälehen waren hier etwa 0,5 cm von einander entfernt.

Um die bisher ermittelten Thatsachen zu controliren und zu erweitern, wurde ein ähnliches Object von einem zweiten, weit kleineren Exemplar für die mikroskopische Untersuchung zubereitet, nachdem vorher die Längsausdehnung eines Segments einer bestimmten Rumpffregion durch directe Messung hergestellt war; dieselbe belief sich auf etwa 5 mm. Es wurde nun ein Hautstück dieser Gegend, welches den Seitenkanal und seine Umgebung in sich schloss, auf eine Strecke von 51 mm in Querschnitte zerlegt. Der Seitenkanal erscheint alsdann mit viereckigem, nahezu quadratischem Lumen. Von der einen Wand, nämlich der dorsalen, ragt auf vielen Schnitten ein stumpfer Coriumhöcker herein, dessen Basis markhaltige, meist querdurchschnittene Nervenfasern durchsetzen und dessen Epithelüberzug von dem der Umgebung sich schon durch seine beträchtliche Höhe unterscheidet. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass in dieser Gegend die Nervenendigung gesucht werden muss; ich bin aber leider nicht in der Lage, nach den mir vorliegenden Präparaten eine Frage erledigen zu können, die von nicht geringer Bedeutung ist. Ich konnte nämlich nicht darüber in's Reine kommen, ob mir auf dem

durchmessenen Wege nur eine einzige Nervenendigung begnugte oder mehrere, etwa drei, wie ich vermuthen möchte.

Mit der grössten Sicherheit kann ich mich dagegen über zwei andere Punkte äussern, nämlich über das gröbere Verhalten der Nerven und der Querkanälchen. Dem in Schnitte zerlegten Abschnitt des Seitenkanals, dessen Längsausdehnung einem Metamer entsprach, gehörten drei Nervenstämmchen und, wie nach dem mikroskopischen Befund zu erwarten war, drei Querkanälchen an. Die Abgangsstelle der letzteren fällt mit dem Orte des Nerveneintritts zusammen oder befindet sich nicht weit davon. Die zusammengehörigen Gebilde folgen in ziemlich regelmässigen Abschnitten (1,6—1,9 mm) aufeinander. Auf Grund der vorgeführten Thatsachen gelange ich daher zu dem Schlusse, dass am Rumpfe von *Mustelus*, entweder durchaus, oder doch auf grössere Strecken jedem Leibessegment je drei in dem Epithel des Seitenkanals endigende Stämmchen des *Ramus lateralis n. vagi* und ebensoviele Querkanälchen entsprechen. Die Zahl der zugehörigen Epithelknospen muss erst durch weitere Untersuchungen festgestellt werden.

An demselben grossen Exemplar, von dem die mikroskopische Darstellung des Seitenkanals stammt, wurde ich auf modificirte Schuppen aufmerksam, deren Sitz genau dem Verlaufe desselben entspricht. Ich bemerkte nämlich unter den Placoidschuppen, welche genau senkrecht oberhalb des Kanals dem Corium eingepflanzt sind, in ziemlich gleichmässigen Intervallen etwas hervorragende Gebilde, die man für hervorquellende Schleimtröpfchen hätte halten können. Sie sind in doppelt so grosser Distanz (1 cm) als die Oeffnungen der Querkanälchen von einander angeordnet, stehen also nicht segmental. Die mikroskopische Untersuchung klärte die Sache wenigstens theilweise auf. Es zeigte sich nämlich, dass diese durchscheinenden Gebilde einfach nur grössere Placoidschuppen sind, die durch etwas abweichende Form von den übrigen Hautzähnen sich unterscheiden. Besser als eine Beschreibung wird der Anblick der Figur 6 hiervon eine Vorstellung geben. Die halb-schematisch gegebene Zeichnung stellt einen Flachschnitt des den Seitenkanal bedeckenden Integuments dar, und zwar von unten gesehen. Die Umrisse einer gewöhnlichen Placoidschuppe, die erst bei tiefer Einstellung scharf hervortreten, sind zur Vergleichung im rechten oberen Winkel der Figur (a) ein-

getragen. Die stark in die Quere gezogene, mit b bezeichnete Basalplatte gehört zu der schon dem blossen Auge aufgefallenen Schuppe; sie umschliesst mit der nächstfolgenden zusammen eine seichte, spindelförmige, nach aussen sich öffnende Grube (g), deren Epithelauskleidung von der übrigen Epidermis verschieden sich darstellt. Nähere Angaben muss ich auf eine spätere Gelegenheit versparen, doch kann ich schon jetzt soviel aussagen, dass die Gebilde mit dem Seitenkanalsystem in keinem Zusammenhange stehen.

2. Roehen.

Der erste Abschnitt dieses Aufsatzes war den Haien, und zwar ausschliesslich den Seitenorganen des Rumpfes derselben gewidmet. Die wenigen Angaben, die ich von Vertretern der zweiten Gruppe der Selachier, von Trygon und Torpedo nämlich, vorzulegen im Stande bin, sind bestimmt, eine Lücke der bisherigen Darstellung wenigstens theilweise auszufüllen: sie werden sich mit den Sinnesorganen des Kopfes befassen.

Zunächst einige Worte über das Lumen des faserknorpligen Rohrs, in welchem das Sinnesepithel geborgen ist. Ich finde es auf dem Querschnitt bei Torpedo rundlich, bei Trygon oval, wobei der horizontale Durchmesser der längere ist. Die Nervenendigung liegt bei Trygon am untern, bei Torpedo am seitlichen Umfange der Epithelauskleidung. Auf die Seitenorgane des Kopfes (der Plagiostomen) bezieht sich auch die bekannte Angabe Leydig's¹⁾, nach welcher „ein nach der Länge des Kanals fortlaufender, gleichsam linearer Nervenknopf gebildet wird, indem alle die einzelnen (Nervenknöpfe) in einer Längsreihe zu liegen kommen und wegen ihrer Menge dicht auf einander folgen.“ Auf der erläuternden Abbildung (Fig. 107), welcher ein Präparat von *Hexanchus griseus* zu Grunde liegt, sieht man in der That das die Nerven Eintrittsstelle bedeckende Epithel in ununterbrochener Folge über den Bereich dreier Stämmchen hinwegziehen. Ich bezweifle keineswegs das Vorkommen des von Leydig abgebildeten Verhaltens, nur möge man sich nicht der Vorstellung hingeben, als ob am Kopfe überhaupt keine Unterbrechungen dieses linearen Nervenknopfes

1) Leydig, Lehrb. d. Histol. S. 202.

vorkämen. Ich habe an dem öfters erwähnten grossen Exemplar von *Mustelus* Gelegenheit gehabt, die Epithelauskleidung einer grösseren Strecke in toto von der Fläche zu betrachten und mich dabei überzeugt, dass mehrfach allerdings schmale Lücken zwischen benachbarten „Nervenknöpfen“ vorhanden waren. An solchen Stellen schiebt sich dann das die übrigen Wände des Kanals auskleidende, niedere Epithel (s. u.) von beiden Seiten dazwischen. Bei *Torpedo* scheinen die Nervenendstellen mitunter sehr weit auseinandergerückt zu sein.

Bezüglich des feineren Baues der Sinnesorgane konnte ich das Vorkommen der bei *Chimaera* von mir ausführlich geschilderten Kolbenzellen, sowie Reste der Cupula ¹⁾ auch für den Zitterrochen auf Schnitten constatiren. Die Ergebnisse eines Versuchs, die zelligen Elemente des Seitenkanals durch Maceration mittelst Ranvier'schen Alkoholmischung sind auf Fig. 7 dargestellt. Kolbenzellen sind leider nicht darunter; von den vorliegenden Formen weiss ich einige, z. B. No. 3 und 4, nicht unterzubringen, andere wieder sind leicht an die ihnen gehörige Stelle zu weisen. So stammen die mit 6 bezeichneten Zellen offenbar aus der untersten Epithellage, während die mit 5 markirten die obere Zellenlage der indifferenten Epithelbekleidung (s. Fig. 8) zusammensetzen; sie kommen auch den Querkänälehen von *Torpedo* zu.

Es bleibt nur noch übrig, einige Worte zur Erklärung der beiden letzten Abbildungen (Fig. 8 A und B) beizufügen. Beide Figuren stellen Schnitte dar durch das indifferente, niedrige Epithel, wie es an den seitlichen Wandungen und an der Decke des Kanalsystems ausschliesslich vorkommt. Das bei A dargestellte Object war aus Müller'scher Flüssigkeit, das mit B bezeichnete aus der von Merkel angegebenen Platin-Chromsäuremischung in Alcohol gebracht worden. Man erkennt ein zweischichtiges Epithel; über die aus niedrigen Elementen (a) bestehende untere Lage, deren Verbindung mit dem faserknorpeligen

1) Dieselbe Cuticularbildung kommt bekanntlich nicht nur der *Crista acustica* der Fische zu, sondern wurde auch — ich citire nach Kölliker (Entwicklsgs. 1879, S. 735 u. 736) — von Hasse bei menschlichen und Säugethierembryonen an derselben Stelle gesehen. Kölliker's Abbildung (Fig. 458) bestätigt Hasse's Entdeckung.

Rohre durch spärliches lockeres Bindegewebe vermittelt wird, breitet sich als Decke ein Stratum von cylindrischen Zellen (b) mit unteren Fortsätzen. Das unterscheidende Merkmal zwischen beiden Präparaten, auf das es mir hier vor allem ankommt, bildet das Fehlen oder Vorkommen der Zwischenpeiler (z). Was diesen Punkt betrifft, erlaube ich mir, um Wiederholungen zu vermeiden, auf die schon im 1. Artikel ¹⁾ gegebene Auseinandersetzung zu verweisen. Dieselben Gebilde sind übrigens, wie aus Fig. 4 dieses Aufsatzes hervorgeht, schon in der Epidermis von Embryonen nachweisbar.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXXIX.

- Fig. 1. Querschnitt durch den Seitenkanal (s) von *Scyllium catulus* (Rumpfteil) an der Abgangsstelle eines Querkanälchens (q); d dorsale Wand des Kanals, l, l,, l,,, Lymphräume resp. Lymphgefäße, p Placoidschuppe.
- Fig. 2. *Acanthias*embryo von 7 cm Körperlänge. Die Anlage des Seitenkanals (s) in der Ausdehnung zweier Rumpfsegmente. Epidermis abgehoben bis auf zwei dorsal vom Seitenkanal gelegene spindelförmige Zellcomplexe c.
- Fig. 3. Von demselben Embryo wie die vorhergehende Figur, und in demselben Massstabe gehalten. Umriss eines am Kopfe verlaufenden Abschnittes des Seitenkanalsystems.
- Fig. 4. *Acanthias*embryo von 7 cm Körperlänge. Epidermis von der unteren Fläche gesehen. 0,1 % Chromsäurelösung Picrocarmin. Die buchtigen oder zackigen Felder z (Zwischenpeiler) gelb.
- Fig. 5. *Mustelus laevis*, 1,5 Meter lang. Seitenkanal des Rumpfes mit Querkanälchen (a), natürl. Grösse. Osmium.
- Fig. 6. Von demselben Exemplar von *Mustelus*. Halbschematische Zeichnung. Flächenschnitt der Haut der Seitenkanalregion, von

1) S. dies. Arch. Bd. XVII. 8. 106.

unten gesehen. Die Erklärung der Buchstaben a, b, g siehe im Text.

Fig. 7. *Torpedo ocellata*. Epithelzellen aus den Verzweigungen des Seitenkanals am Kopfe durch Maceration in $\frac{1}{3}$ Alcohol isolirt.

Fig. 8. *Trygon pastinaca*. Schnitte durch das indifferente Epithel aus den Verzweigungen des Seitenkanals am Kopfe. A aus Müller'scher, B aus Merkel'scher Flüssigkeit. Die Erklärung der Buchstaben a, b, z findet sich im Texte.

Ueber das häutige Labyrinth der Amphibien.

Von

Dr. Kuhn,

Docent der Ohrenheilkunde an der Universität Strassburg.

Hierzu Tafel XL—XLV.

Im Vergleiche zu den zahlreichen Arbeiten über den Bau des Gehörorganes der Fische, Vögel und Säugethiere sind die Untersuchungen über dieses Sinnesorgan bei den Amphibien ziemlich selten ausgeführt worden. Es muss dies um so mehr auffallen, als wir bei diesen Vertebraten einerseits die ersten Anlagen der für die höheren Wirbelthiere so wichtigen Basilartheile der Cochlea vorfinden und andererseits das innere Ohr bei den verschiedenen Classen der Amphibien selbst so recht deutlich eine stufenweise Entwicklung der einzelnen Schneckenheile zeigt.

Dass sich so wenige Forscher an diese Aufgabe gemacht haben, mag an den Schwierigkeiten liegen, denen wie bei der morphologischen sowohl wie auch der histologischen Untersuchung des Gehörorgans dieser Thiere begegnen. Es muss wohl Hasse, dem als Forscher auf diesem Gebiete die weitaus grösste Erfahrung zur Seite steht, Recht haben, wenn er die Anatomie des Gehörorgans der Frösche, und wir können hinzufügen, der Amphibien überhaupt „das schwierigste Kapitel in dem

Kapitel der Gehörorgane“ nennt. Nicht sowohl die Kleinheit des Objectes, sondern insbesondere die geringen Differenzirungen der einzelnen Theile von einander sind es, welche das Studium dieses Sinnesorgans so beträchtlich erschweren. Nur nach langem und wiederholtem Suchen, bei dem es an Geduld und Zeit nicht fehlen darf, nach aber und abermaliger Controle wird man in den Stand gesetzt, einen klaren Einblick in die auf einen so kleinen Raum zusammengedrängten Theile zu erhalten. Um so lohnender erscheint die vollbrachte Arbeit, denn bei keinen Repräsentanten in der ganzen Vertebratenreihe, bietet sich ein so regelmässiges Bild der allmählig aufsteigenden Entwicklung der Schneckentheile dar, als bei den Amphibien, wenn wir bei der Untersuchung mit den Urodelen, den niedrigsten und den Fischen am nächsten stehenden Abtheilungen beginnen und diese Studien durch die Reihen der Anuren fortführen.

Bei Geoffroy (Dissertations sur l'organe de l'ouïe de l'homme, des reptiles et des poissons. Paris 1778, p. 73) finde ich zum ersten Male die halbzirkelförmigen Kanäle im Labyrinth einiger Amphibien (*Rana*, *Bufo*) erwähnt. Die Angaben von Scarpa (Anatomica disquisitio de auditu et olfactu. Ticini 1789) sind schon viel vollkommener. Er fand bei mehreren Amphibien, besonders bei *Salamandra aquatica*, jenes Schema des Wirbelthierlabyrinthes, wie wir es bei den Fischen angenommen haben; das Vestibulum enthält bei ihm den „sacculus albidam materiam cretaceam continens“, mit dem der alveus communis, der Ausgangschlauch der halbzirkelförmigen Kanäle, verbunden ist. Wie alle früheren Autoren, sieht auch er in dem Steinsacke das Homologon der Schnecke. Die viel später von Rusconi und Configliachi (Del Proteo anguino di Laurenti monografia. Pavia 1819) gemachten Untersuchungen erkennen nur den Sacculus mit seinen kreidigen Massen und bezweifeln für Proteus die Existenz der halbzirkelförmigen Kanäle. Blainville (Principes d'Anatomie comparée Tom. I. p. 549) und Pohl (Expositio generalis anatomica organi auditus. Vindobonae 1818) bestätigen für Proteus, Axolotl, *Salamandra* und *Rana* die Angaben Scarpa's. Selbst Cuvier (Leçons d'anatomie comparée. Paris 1805 und Rapport à l'académie des Sciences 1830), der die Reptilienschnecke zuerst erkannte, theilt die Ansicht der Aelteren, dass der Sacculus der Amphibien das Homologon der Schnecke sei, und in ganz gleicher Weise urtheilt

Huschke (Beiträge zur Physiologie und Naturgeschichte 1828. Bd. I), der besonders Salamandra, Bufo und Pipa untersucht hat.

Im Gegensatz zu allen diesen für die früheren Perioden anerkennenswerthen, im Grunde aber höchst mangelhaften Beschreibungen eröffnet Windischmann die Periode der genaueren Untersuchungen über diesen Gegenstand. In seiner Dissertationsarbeit: „De penitiori auris in amphibiis structura. Lipsiae 1831“, theilt er die Resultate seiner Untersuchungen über das Gehörorgan der nackten und beschuppten Amphibien mit. Die Klarheit der anatomischen Schilderung, die grosse Gewissenhaftigkeit, mit welcher er die einzelnen Thatsachen feststellt, können als Muster für derartige Studien dienen und es sind seine Resultate um so mehr anzuerkennen, als die Hilfsmittel, die ihm zu Gebote standen, noch höchst primitiver Art gewesen sein mussten. (Usus sum praeter plures lentas simplices microscopio simplici, ex tribus lentibus constanti etc.) Windischmann verwirft vor allen Dingen die Homologie des Sacculus mit der Wirbelthierschnecke und stellt die Existenz einer Cochlea sowie einer Fenestra rotunda für Proteus, Axolotl, Salamandra und selbst für die Batrachier vollständig in Abrede. Erst das häutige Labyrinth der Reptilien besitzt eine Schnecke, wie er dies bei Testudo, Crocodilus, Lacerta und Ophidia eines Näheren beschreibt. Primum igitur in Amphibiis squamatis cochleam invenimus, eiusque prima initia in testudine p. 50.“ Dagegen repräsentiren seine Angaben über die Vestibulartheile bei den nackten Amphibien noch bis auf den heutigen Tag im Grossen und Ganzen unsere Kenntnisse.

In neuerer Zeit macht Stannius (Handbuch der Zootomie, II. Theil 2. Buch. Berlin 1856. p. 159) einige wichtigere Mittheilungen über das weiche Labyrinth der Amphibien. Er spricht von drei halbzirkelförmigen Kanälen, welche vier (!) Ampullen besitzen und die mit dem Alveus communis in Verbindung stehen; ebenso nimmt er einen geschlossenen häutigen Sack an mit breiigen crystallinischen Concretionen. Allen Amphibia monopnoea erkennt er eine Schnecke zu, unter den Dipnoea dagegen, die uns hier interessiren, will er einzig und allein bei Rana mugiens ein Schneckenrudiment gesehen haben. Es ist „nach seiner Beschreibung“ ein kleiner rundlicher Auswuchs oder Höcker, der dem Sacke eng angewachsen ist; sein Umfang gleicht demjenigen einer Ampulle, seine Wand ist härter als die des Sackes. Als ein eige-

nes vom Sacke abgegrenztes Gebilde darf dieser Auswuchs, namentlich in Hinblick auf Schildkröten, wohl als Schneckenrudiment aufgefasst werden.

Leydig (Lehrbuch der Histologie. Frkfrt. 1857, p. 276) hat bei *Rana* und *Bombinator* eine dem Knorpelrahmen ähnliche Bildung gesehen, giebt jedoch keine weiteren Aufschlüsse über dieses Organ.

Die von den bisher genannten Forschern überlieferten Arbeiten beziehen sich blos auf den morphologischen Bau dieses Sinnesorganes; erst Deiters macht in seiner trefflichen Studie „über das innere Gehörorgan der Amphibien“ (Reichert und Du Bois-Reymond's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1862) nähere Angaben über die histologischen Strukturverhältnisse des häutigen Ohres der Batrachier, sowie auch über die feinere Anatomie des nervösen Endapparates. Mit Recht sagt Hasse, dass in keiner anderen Arbeit das Beobachtungstalent Deiters' in so hohem Grade sich manifestirt, wie in der oben erwähnten über das Gehörorgan der Amphibien. Für uns speciell ist nur zu bedauern, dass diese Studie sich nur auf die Batrachier erstreckt, allein die hier vorgeführten Thatsachen — ich spreche hier in erster Linie von den makroskopischen — sind zum grossen Theile so gut von ihm erkannt worden, dass spätere Untersuchungen im Wesentlichen nur deren Bestätigung und weitere Ausführungen seiner Beobachtungen sein werden.

Das weitaus grösste Verdienst um die Erforschung des Amphibien-Ohres hat sich unstreitig Hasse erworben. In dem grossen Rahmen seiner zahlreichen Studien über das Gehörorgan der Vertebraten, müssen diejenigen über mehrere Amphibienspecies ¹⁾, was rastlose Arbeit und klares Erkennen der so complicirten Verhältnisse betrifft, mit in die erste Linie gestellt werden.

Es könnte vielleicht müssig erscheinen nach den Arbeiten eines Deiters und Hasse diesen Gegenstand wieder aufzunehmen, denn im Wesentlichen werden wir nur deren Beobachtungen

1) Hasse (Siebold u. Kölliker's Zeitschrift für Zoologie Bd. XVIII. 1868. (Gehörorgan der Frösche.) — Anatomische Studien. Bd. I. Leipzig 1873.

1. Das knöcherne Labyrinth der Frösche. —

2. Ueber den Bau des Gehörorgans von *Siredon pisciformis* p. 611. —

Die vergleichende Morphologie und Histologie des häutigen Gehörorgans der Wirbelthiere. — Supplement. Leipzig 1873.

weiter bestätigen können; allein im Bereiche derartiger Studien, die von so hohem vergleichend anatomischem Werthe sind, sehen wir trotz der besten Untersuchungen und Darstellungen noch lange nicht alle Einzelheiten erschöpft und auf das Unzweifelhafteste hingestellt. Ich erinnere hier nur an die Frage von den feineren Details des nervösen Endapparates im Ohre; und auch für die morphologischen Verhältnisse lassen sich bei den verschiedenen Gattungen der Amphibien noch so manche Facta feststellen, über die bis jetzt noch keine näheren Angaben bekannt sind. Es erschien mir daher von Interesse, das häutige Gehörorgan einer grösseren Zahl von verschiedenen Amphibiengattungen, soweit dieselben mir zugänglich waren, einer näheren morphologischen und histologischen Untersuchung zu unterwerfen. Es sollen diese Studien die Fortsetzung jener Arbeit ¹⁾ sein, die ich bei den Teleostiern begonnen und welche ich durch die Reihen der Reptilien, Vögel u. s. w. bis zu den Mammiferen und dem Menschen hinauf fortzusetzen gedenke, um mir in dieser Weise ein Bild jener allmählig aufsteigenden Entwicklung zu verschaffen, die bei den Fischen mit dem einfachen Ohrschema der Wirbelthiere beginnt und bei den Mammiferen mit jenem complicirtesten aller Sinnesorgane, mit dem menschlichen Gehörorgane endet.

Aus den verschiedenen Classen der Amphibien waren es in erster Reihe die Ichthyodeen, welche ich zur Erkenntniss der Uebergangsformen des inneren Ohres von den Fischen zu den Dipnoen untersuchte; zu ihnen gehört *Proteus anguinus* und *Siredon pisciformis*; von den Salamandrinen standen mir *Triton taeniatus*, *Triton cristatus* und *Salamandra maculosa* zu Gebote; aus der Ordnung Anura benutzte ich vorwiegend *Rana esculenta*, *Bufo vulgaris* und *Hyla arborea*, deren ausgedehnter Gebrauch zu solchen immerhin ein grösseres Material erheischenden Untersuchungen, schon ihres häufigen Vorkommens halber geboten war. Besonders war es die grosse ungarische *Rana esculenta*, die sich zu den morphologischen Studien am besten eignete, und beziehen sich alle makroskopischen Schilderungen und Zeichnungen der Raniden auf diese Species (*Rana esculenta* Var. *hungarica* (Waldeyer)). Es unterscheidet sich dieselbe, wie ich gleich bemerken will, in Nichts als in Betreff ihrer Gröszenverhältnisse, von unserer einheimischen Ranagattung ²⁾.

1) S. dieses Archiv Bd. XIV.

2) In den mir zugängigen zoologischen Werken, auch in Knauer's

Es würde zu weitläufig sein, das Gehörorgan eines Jeden dieser Repräsentanten der nackten Amphibien in gesonderter Weise zu schildern; der bei allen diesen Species in seinen Hauptzügen gleichartige Bau des betreffenden Sinnesorganes würde immerwährende Recapitulationen erheischen und es erschien mir desshalb praktischer, auch hier in gleicher Weise vorzugehen, wie ich dies bei der Schilderung des häutigen Labyrinthes der Knochenfische gethan habe.

Gleich wie der Gehörapparat der Teleostier als Typus für dieses Sinnesorgan bei den Fischen überhaupt angesehen werden kann, und weiterhin unter den Knochenfischen der *Esox Lucius* das vollkommenste Bild des Fischlabyrinthes darbietet, so scheint mir auch das innere Ohr der Anuren und speciell das der Raniden die ausgeprägtesten und charakteristischsten Merkmale zu besitzen, die sich bei den Amphibien an diesem Organe vorfinden. Es besitzt dasselbe in deutlichster und best entwickelter Form alle jene neuentstandenen Theile, die wir im Gegensatze zu den Fischen bei den Amphibien nachzuweisen im Stande sind. Einerseits kennzeichnet das erstmalige Auftreten dieser neuen Ohrtheile in der Reihe der Vertebraten die höhere Organisation der nackten Amphibien gegenüber den Fischen, anderseits deuten sie auf den Verwandtschaftsgrad dieser Thiere mit den höher stehenden beschuppten Amphibien, den sogenannten Reptilien hin.

Auf die detaillirte makro- und mikroskopische Schilderung des inneren Ohres von *Rana esculenta* werde ich Morphologie und Histologie des Labyrinthes bei den übrigen oben genannten Amphibien folgen lassen, soweit dieselben mit *Rana* Differenzen aufzuweisen haben, und, um dem Plane einer vergleichenden anatomischen Studie gerecht zu werden, sollen zum Schlusse die Hauptmerkmale des Amphibienlabyrinthes gegenüber dem inneren Ohre der Fische hervorgehoben werden. —

Bei der Kleinheit und der ungemeinen Zartheit des häutigen Amphibien-Ohres thut schon bei der einfachen Herausnahme des Organes aus seinem knöchernen Gehäuse die grösste Sorgfalt Noth, und dies um so mehr, wenn es sich darum handelt, die histologischen Verhältnisse der einzelnen Labyrinththeile zu ergründen.

„Naturgeschichte der Lurche“ Wien 1878, finde ich diese durch ihre Grösse sehr auffallende Varietät, die in der Theiss-Niederung vorkommt und mir durch Vermittlung des Herrn Prof. Goltz zu Gebote stand, nicht erwähnt.

In Kürze deshalb die einzelnen Untersuchungsmethoden, nach denen ich gearbeitet. Vom gespaltenen Schädel des frisch getödteten Thieres wird das knöcherne Labyrinth in toto abgetrennt, die Weichtheile entfernt und dann die Columella vorsichtig aus dem ovalen Fenster gehoben. Nun legt man das isolirte knöcherne Ohrgehäuse während 24 Stunden in eine $\frac{1}{6}\%$ Lösung von Osmiumsäure und hierauf, nach kurzem Auswaschen in distillirtem Wasser, in eine ganz schwache CrO_3 ($\frac{1}{8}\%$) Lösung, die, nach je zwei Tagen, stets durch allmählig stärkere Chromsäurelösungen zu ersetzen ist. Nach Verlauf von 14 Tagen bis drei Wochen ist die Entkalkung soweit gediehen, dass die Präparate, nach abermaligem Auswaschen in Wasser, gefärbt werden können. Hiezu benutzte ich entweder Hämatoxylin, meist aber das Ranvier'sche Carmin. Alsdann geschah die Einbettung theils in schwach erwärmten Leimglycerin und Leber, theils in frisches Rückenmark, und nach 3—4tägiger Härtung in absolutem Alcohol waren die Präparate schnittfähig. Ich will hier nicht unerwähnt lassen, dass mir diese älteren Einbettungsmethoden viel bessere Dienste geleistet haben, als die meisten der so sinnig erfundenen neueren, und zwar aus dem Grunde, weil diese letzteren zu ihrer Herstellung fast immer die Einwirkung eines mehr weniger intensiven Wärmegrades erheischen und dies gerade sich zur Conservirung der nervösen Endzellen und der verschiedenen Cuticularbildungen als schädlich erwies. — Zur histologischen Untersuchung der einzelnen Labyrinththeile kann man schon am 5.—6. Tage der Entkalkung das knöcherne Gehäuse mit Leichtigkeit eröffnen; die leicht zerreisslichen häutigen Gebilde werden dabei nicht lädirt und nach deren Herausnahme können die zu untersuchenden Einzelorgane isolirt, gefärbt und in frisches Rückenmark eingebettet werden. — Handelt es sich blos um die morphologische Detailforschung, so genügt es ebenfalls das knöcherne Gehäuse, nachdem es wie oben in OsO_4 gehärtet worden, nur wenige Tage in CrO_3 liegen zu lassen und alsdann aus dem hiedurch schon ziemlich weich gewordenen Knochengewebe das häutige Labyrinth in toto herauszupräpariren. Die so gewonnenen Präparate bringt man schliesslich in niedere, mit irgend einer Lackmasse auf einer Glasplatte befestigte und mit Glycerin gefüllte Caoutchoucinge. In dieser Weise gelang es mir noch am besten, das ganze Labyrinth oder grössere Abschnitte desselben mit der Loupe oder bei schwacher mikroskopischer Ver-

grösserung zu untersuchen. Es bietet gerade die sogenannte gröbere Anatomie des Amphibienlabyrinthes die grössten Schwierigkeiten dar; nur durch grosse Ausdauer, durch Uebung des Auges für solche kleine mikroskopische Verhältnisse, nach zahllosem Hin- und Herwenden der ganzen Labyrinthobjecte und der einzelnen isolirten grösseren Abtheilungen derselben während der Loupenuntersuchung, gelingt es Einsicht in das gegenseitige Verhältniss der das Ganze zusammensetzenden Einzelorgane zu erhalten. Um aber „in das Gewirr von Erhebungen, Ausbuchtungen und übereinandergelegenen Hohlräumen Klarheit zu bringen, und aus einzelnen Bildern sich ein deutliches Gesamtbild zu construiren“ (Hasse), ist es ausserdem nothwendig, Schnitte in den verschiedenen Richtungen zu führen, sowohl durch die isolirten einzelnen Theile, als auch durch das im Gehäuse noch eingeschlossene ganze Organ.

A. Inneres Ohr der Batrachier.

I. Knöchernes Labyrinth.

Unmittelbar vor den beiden Condylen des Hinterhauptbeines liegen zwei symmetrische Knochenhöcker, an deren Aussenflächen der Unterkiefer fixirt ist. Nach vorn werden diese Hervorragungen von den Augenhöhlen begrenzt, nach oben sind sie von Weichtheilen bedeckt; ihre innere Fläche ist nach der Schädelhöhle gewendet. An der oberen Fläche dieser knöchernen Vorsprünge zeigen drei leistenartige Erhabenheiten den Verlauf der drei Bogengänge an, von denen die hintere und lateral gelegene am stärksten hervortritt; sie entspricht dem Canalis frontalis; die Erhabenheit für den sagittalen Gang liegt hinten und median, sie ist weniger stark angedeutet, als die frontale; am wenigsten tritt der am vorderen Ende des Höckers gelegene Canalis horizontalis hervor; er verläuft von vorn oben nach hinten und unten. Unmittelbar unter dem hinteren Ende dieser letztgenannten Knochenleiste findet sich das foramen ovale, jene von der Fussplatte der Columella verschlossene directe Oeffnung vom mittleren zum inneren Ohre.

So viel zur Topographie der Aussenfläche des das innere Ohr der Batrachier bergenden Knochengehäuses.

Die knöcherne Labyrinthkapsel der Teleostier, die bekanntlich nach der Gehirnhöhle zu breit offen steht, ist aus drei Knochen zusammengesetzt, dem prooticum, dem epioticum und dem opisthoticum; bei den Amphibien fehlt das epioticum und nur die beiden anderen, pro- und opisthoticum tragen zur Bildung des knöchernen Labyrinthes bei. Als Rudiment des bei den Fischen und Eidechsen vorhandenen epioticum bezeichnet Hasse einen Knochenkern in der an der Oberfläche des Labyrinthes gelegenen und die hintere Leiste des frontalen Bogenganges darstellenden Knorpelmasse.

Das knöcherne Labyrinth der Amphibien wird demnach aus dem prooticum und dem mit dem occipitale laterale vereinigten opisthoticum gebildet, ist an der hinteren Seitenfläche des Schädels gelagert und wird nach vorne von der Durchtrittsstelle des N. trigeminus, nach hinten von dem foramen jugulare begrenzt. Oben, hinten und vorn ist es von Weichtheilen bedeckt, unten ruht es auf einem Theile des Primordialkranium und einem dasselbe deckenden Belegknochen, dem parasphenoidale auf. (Hasse.)

An seiner Oberfläche legt sich das knöcherne Gehäuse nach vorn und medianwärts mit einem vom prooticum ausgehenden Vorsprunge an das os parieto-frontale an. Nach hinten und in medianer Richtung wird das knöcherne Labyrinth durch eine Furche von der pars condyloidea des occipitale laterale abgetrennt. Lateral und zwar vorn oben schliesst sich dasselbe vermittelt des processus squamosus an den Schuppentheil des Kiefersuspensorium an, während es vorn unten mit dem Schädelfortsatze des os pterygoides articulirt. Unten ruht es, wie schon erwähnt, auf dem seitlichen Vorsprunge des kreuzförmig gestalteten Belegknochens des Primordialkranium, des parasphenoidale. (Hasse.)

Die äussere Gestalt des knöchernen Labyrinthes ist die einer unregelmässigen, abgestutzten, vierseitigen Pyramide, die mit ihrer Basis nach oben und lateral, mit ihrer Spitze nach unten gerichtet ist. Es besitzt demnach eine äussere, obere, vordere, hintere und innere Fläche.

Der Binnenraum des knöchernen Gehäuses, zur Aufnahme des häutigen Labyrinthes bestimmt, entspricht in Bezug auf seine Form, der äusseren Beschaffenheit der knöchernen Umhüllung. In toto betrachtet, stellt diese innere Höhle einen einzigen Hohlraum

dar; es besteht hier keine so deutliche äussere Differenzirung des Gehörorganes, wie wir dies bei den Fischen gesehen, bei welchen theils durch mehr oder weniger tiefe knöcherne Gruben, theils durch Hervorragungen die Lage der einzelnen Theile des häutigen Labyrinthes gekennzeichnet, und so eine Theilung in eine Labyrinth- und eine Schneckenparthie gegeben ist.

Hasse unterscheidet in der Höhlung des knöchernen Labyrinthes der Batrachier vier verschiedene Abtheilungen, ein *cavum inferius* s. *vestibuli*, in welchem *cochlea*, *sacculus* und *utricleus* gelegen sind, ein *cavum anterius* zur Aufnahme der sagittalen und horizontalen Ampulle; in letzterem befinden sich auch die beiden Eingänge in die diesen Ampullen entsprechenden knöchernen Bogengänge, den horizontalen und sagittalen. Die dritte Abtheilung des Labyrinth-Innenraums ist das *cavum posterius*, in welchem die *Ampulla frontalis* und der Einmündungstheil des horizontalen Bogenganges gebettet sind; schliesslich haben wir ein *cavum internum*, das, an der inneren Schädelwand gelegen, zur Aufnahme der Bogengang-Commissur bestimmt ist.

Bevor ich zur Schilderung des häutigen Labyrinthes übergehe, erübrigt mir noch zur Vollständigkeit dieses blos zum besseren Verständniss der Lagenverhältnisse gegebenen skizzenhaften Bildes von dem knöchernen Amphibien-Ohre, die verschiedenen Oeffnungen anzuführen, durch die hindurch einerseits Nerven und Gefässe sich zum inneren Ohr begeben, anderseits die *Aquaeductus* die Höhlung verlassen.

Wir haben hier in erster Linie das *foramen ovale* s. *vestibuli*, das an der lateralen unteren Fläche der Knochenkapsel gelegen ist und zwar unterhalb der leistenartigen Erhabenheit des knöchernen *Canalis horizontalis*; sein längster Durchmesser liegt genau in der horizontalen Schädelebene des Thieres. Das ovale Fenster stellt den Eingang zum *Vestibulum* von der Paukenhöhle her dar und ist durch den Knorpel der *Columella* vollständig abgeschlossen.

Entgegen den Angaben der früheren Autoren (*Scarpa*, *Cuvier*, *Windischmann*), welche die Existenz eines *foramen rotundum* bei den Batrachiern in Abrede gestellt haben, beschreibt *Ed. Weber* (*Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Braunschweig 1842.*) eine durch eine Membran verschlossene zweite Oeffnung in der Ohrkapsel dieser Thiere, die im Ausgange des Kanals gelegen ist, durch welchen der *N. vagus* die Schädel-

höhle verlässt. Deiters spricht ebenfalls von einer zweiten, sehr kleinen Oeffnung der Labyrinthhöhle, legt aber kein grosses Gewicht hierauf, da dieselbe mit der Paukenhöhle nicht in Verbindung steht. Hasse, der in einer früheren Arbeit (1868) den Mangel eines foramen rotundum für die Batrachier ausdrücklich hervorgehoben hat, widerruft dies später in seiner so eingehenden Studie über das knöcherne Labyrinth der Frösche (1873). Er beschreibt zwei kleine nebeneinanderliegende Löchelchen, die in der Nähe des foramen jugulare an dem hinteren Theile der medianen Wand der knöchernen Labyrinthhöhle sich befinden. Diese beiden Oeffnungen sind durch eine feine Knochenbrücke getrennt, und es deutet Hasse die eine, am meisten median i. e. gegen die Schädelhöhle gelegene, dieser beiden foramina als die fenestra rotunda s. cochlearis; die andere mehr lateral gelegene hält er für die apertura aquaeductus cochleae. Beide führen in das Labyrinthcavum und ihre inneren Mündungen liegen in dem sogenannten cavum inferius und zwar an dessen unterer und medianer Wand. Das runde Fenster besitzt keine membrana tympani secundaria, wird aber von einer Membran überzogen, die nichts anderes als ein Theil der Bindegewebsscheide ist, welche die am foramen cochleare vorbeiziehenden Nerven vagus und glossopharyngeus umhüllt.

Eine vierte Oeffnung im Knochengehäuse des Batrachierohres ist die apertura aquaeductus vestibuli; sie liegt an der medianen, der sogenannten Schädelhöhlenwand der Knochenpyramide in der Grenzlinie zwischen pro- und opisthoticum. Die Grösse dieser rundlichen Oeffnung ist ziemlich variabel; ihre innere Mündung liegt im unteren Abschnitte des cavum internum.

Schliesslich hätten wir noch jene Knochenvertiefung anzuführen, welche den meatus auditorius internus repräsentirt; derselbe liegt an der Schädelhöhlenwand des knöchernen Gehäuses und zwar unterhalb des niederen Wulstes, mit welchem diese Labyrinthwandung in den hinteren Theil der Schädeleavität vorspringt. Der porus acusticus internus theilt sich in einen kleineren vorderen zur Aufnahme des ramus vestibularis bestimmten und einen grösseren hinteren Kanal, der den ramus cochlearis enthält.

Das Gehäuse, in welchem das innere Ohr der Batrachier liegt, ist ein knorpelich-knöchernes; die nach der Hautoberfläche zu gelegenen Schichten sind aus Knochen gebildet, diejenigen dagegen, welche das häutige Labyrinth am nächsten begrenzen, sind aus

Knorpel zusammengesetzt, und zwar aus hyalinem Knorpelgewebe mit spindelförmigen Zellgebilden. In dieser Knorpelmasse lagert das häutige Labyrinth der Batrachier und so sind auch die Wandungen der die halbzirkelförmigen Bogengänge umschliessenden Kanäle aus hyalinem Knorpel zusammengesetzt.

II. Häutiges Labyrinth.

a. Pars superior s. Vestibulum membranaceum.

Das häutige Labyrinth der Amphibien besteht wie bei den Fischen, aus zwei grossen Abtheilungen, der pars superior s. vestibulum proprium s. utriculus und der pars inferior s. sacculus s. cochlea. Um sich über Lage und Zusammenhang der häutigen Theile in dem oben beschriebenen Hohlraume ein annäherndes Bild zu machen, eröffnet man, nach Deiters, den knöchernen Binnenraum des inneren Ohres am Boden des Gehäuses und zwar in der Höhe des foramen ovale durch einen der Schädeloberfläche parallelen Schnitt.

Bei dieser Ansicht, i. e. von unten, ist der Theil, welcher am ersten zu Gesicht kommt, der an Grösse alle anderen Parthien überragende Sacculus; er ist mit seiner stärksten Concavität dem ovalen Fenster zugekehrt, ist nach unten und lateral gerichtet und mit einer weissen Steinmasse angefüllt. Nach unten und median, also gerade an der medianen Fläche des Steinsackes sieht man eine unregelmässige, schwärzliche Erhabenheit, die Schnecke, unter welcher der hintere (frontale) halbzirkelförmige Gang in seinen Knochen- resp. Knorpelkanal umbiegt. Die beiden anderen Bogengänge mit ihren Ampullen liegen bei dieser Ansicht nach vorn. Auch der Eintritt des Nerven erfolgt bei dieser Ansicht von unten her. In den Utriculus münden die fünf resp. sechs Enden der Bogengänge und zwar liegen die beiden zusammenstehenden vorderen Ampullen (sagittale und horizontale) am höchsten; die beiden anderen Enden dieser Ampullen münden an entgegengesetzten Stellen, indem das Ende des vorderen (sagittalen) mit dem des hinteren (frontalen) in den oberen Theil des Utriculus einmündet, das Ende des horizontalen Canales aber neben der frontalen Ampulle gelegen ist.

Zu diesem von Deiters angegebenen Lagerungsbild erschien

es mir nützlich, auch in der Ansicht von hinten und oben ein Situationsbild der häutigen Theile in ihrer knöchernen Höhle zu kennen und habe ich zu dem Behufe die an der hinteren Oberfläche der Ohrkapsel gelegenen Knochenmassen des opisthoticum und occipitale laterale zum grossen Theile entfernt. Auch hier (Taf. XL. Fig. 11) ist es wieder der mächtige Sacculus, der am meisten in die Augen springt; er füllt nahezu den ganzen hinteren centralen Theil der Höhlung aus; medianwärts und nach vorn von ihm gelegen, sieht man die lagena und pars basilaris und von da aus nach unten und vorn, noch mehr der Medianebene zustrebend, liegt die Ampulla frontalis [die drei letzteren Organe sind zu tief gelegen und konnten in der betr. Zeichnung nicht dargestellt werden] und das über sie wegziehende Röhrende des horizontalen Bogenganges. Vom sacculus aus in der entgegengesetzten Richtung, also lateralwärts, finden wir die beiden zusammenliegenden vorderen (sagittale und horizontale) Ampullen; ganz am oberen Ende der Cavität, der Medianlinie am meisten genähert, sieht man das obere Ende des sinus utriculi mit den Einmündungsstellen der gegenüberstehenden sagittalen und frontalen Bogengänge.

Es wäre dies somit eine laterale Ansicht des häutigen Labyrinthes in seinem Gehäuse, dessen Ergänzung d. h. dessen medianes Bild dadurch gewonnen wird, dass man von der Schädelhöhle aus das dünne Dach der Gehörkapsel abträgt. Alsdann erhält man unter allen bis jetzt beschriebenen Situationen das beste Contrefey jenes Schema's, wie wir es für das innere Ohr der Knochenfische kennen gelernt haben. (Taf. XL. Fig. 10.)

Die mediane Fläche des Utriculus ist in ihrer ganzen Ausdehnung frei gelegt, lateral und nach vorn liegen die beiden sagittalen und horizontalen Ampullen, nach hinten und median die alleinstehende frontale; am oberen lateralen Ende der Knochenhöhle finden wir den sinus mit den Einmündestellen des sagittalen und frontalen Bogenganges. Auch der an das häutige Labyrinth vom Gehirn herantretende Nervus acusticus mit seinen beiden Hauptzweigen lässt sich bei dieser Medianansicht leicht verfolgen. Die der pars inferior des Labyrinthes zugehörigen Theile liegen zu sehr nach unten und erscheinen deshalb in diesem Bilde nur in ganz unbestimmten Umrissen.

Das häutige Labyrinth nimmt hauptsächlich den medianen und unteren Theil der knöchernen Höhlung ein; es liegt der me-

dianen Schädelwandung fast innig an; an der lateralen Kapselwand jedoch besteht ein kleiner Zwischenraum zwischen Gehörblase und Knochenwandung. — Ob alle häutigen Labyrinthheile bei dem Frosche wie bei den anderen Vertebraten excentrisch in dem Gehäuse befestigt sind, will Hasse nicht mit voller Bestimmtheit bejahen, glaubt es aber im Allgemeinen annehmen zu dürfen. Jedenfalls kann dies für die Bogengänge aller Amphibien behauptet werden (Taf. XLII. Fig. 28), und ebenso für den *Alveus communis*.

Der ganze Hohlraum, in welchem das Gehörbläschen eingebettet ist, sowie auch das Innere der halbzirkelförmigen Kanäle ist von einem Periost überzogen, das eine faserige Membran darstellt, in welcher zahlreiche Bindegewebszellen enthalten sind von wechselnder Grösse und mit nach allen Seiten hin anastomosirenden Ausläufern (Taf. XLII. Fig. 27). Auffallend sind ferner an dieser Membran die sehr zahlreichen Pigmentzellen, deren Gestaltung eine äusserst variable ist (Taf. XLII. Fig. 27, 29 und 32). Das Periost steht mit den Wandungen des Gehörbläschens und den halbkreisförmigen Bogengängen durch ein Bindegewebsnetz in Verbindung, dessen Maschen zuweilen recht dicht, andere Male sehr weit gespannt sind (Taf. XLII. Fig. 26). In diesem Netze sind zahlreiche Zellengebilde vorhanden, die sich auch zuweilen an der Peripherie der häutigen Kanäle in grosser Anzahl vorfinden (Taf. XLII. Fig. 29); reissen nun zufällig die Verbindungsfasern dieser Zellen weg, so kann ein Bild entstehen, als wäre die äussere Wandfläche der Bogengänge von einem Stratum Epithelialzellen belegt, wie dies nach Rüdinger's Ansicht beim Menschen Statt hat. In diesem Befunde bei den Fröschen will Hasse nur Bindegewebszellen gesehen wissen, die von einer Epithelialbekleidung verschieden sind, und weist somit auch für die Batrachier die Annahme eines *Canalis semicircularis maior* (Rüdinger) von der Hand.

Die Befestigung des Periostes am Knochen resp. Knorpel ist eine ungemein lockere. Die Bindegewebszellen, welche mit ihren langen Faserausläufern die Verbindung der Knorpel- resp. Knochenhaut mit der Aussenwandung des Gehörbläschens darstellen, sind ungemein zahlreich und haften so fest an, dass bei der Herausnahme der häutigen Labyrinthheile fast immer die ganze Periostumhüllung mit herausgehoben wird.

Bricht man vom oberen Rande des ovalen Fensters aus das knöcherne Ohrgehäuse eine Strecke weit auf und hebt nun vorsichtig das ganze häutige Labyrinth aus seiner Knochenhöhle heraus, so stellt die so erhaltene Gehörblase ein elliptisches Säckchen dar, dessen Breitendurchmesser den seiner Höhe um etwas weniges übertrifft. Von der medianen Seite betrachtet (Taf. XL. Fig. 6 und 7), also auf der Fläche, welche das häutige Labyrinth dem Inneren der Schädelhöhle zuwendet, lässt sich auch an ihm, wie wir dies beim Fischlabyrinth gesehen, eine pars superior und eine pars inferior unterscheiden; doch ist beim Frosche, und den Amphibien überhaupt, die Grenze zwischen beiden lange nicht so scharf markirt als bei den Teleostiern; jene Einziehung, die bei letzteren den Utricularteil vom Sacculus und seinen Adnexen in der ganzen Breite scheidet, ist beim Innenohre der Amphibien nicht vorhanden. Immerhin bemerkt man am unteren Abschnitte des Utriculus eine sich über das Niveau der pars superior erhebende und der ganzen unteren Ausdehnung des Utricularkörpers aufsitzende blasenförmige Sackbildung, welche die pars inferior i. e. den Sacculus mit den einzelnen Schneckenabtheilungen repräsentirt.

An der pars superior, die aus dem Utriculus, dessen sinus und den drei Ampullen mit ihren halbzirkelförmigen Kanälen besteht (Taf. XL. Fig. 6 und 7), unterscheiden wir vorerst den Utriculus s. Alveus communis, der einen breiten Mittelteil, das corpus utriculi, aufweist und von welchem nach oben hin ein viel schmalerer, senkrecht gestellter Schlauch abgeht, der sinus utriculi. An der höchsten Stelle des letzteren, am apex, liegen die Einmündungen der von zwei entgegengesetzten Seiten herkommenden sagittalen und frontalen Bogengänge.

Vom corpus utriculi zieht sich gegen die beiden zusammenliegenden Ampullen eine etwas engere als das Mittelstück des Utriculus, aber immerhin noch sehr geräumige Partie, welche den recessus utriculi darstellt (Taf. XL. Fig. 6 u. 7. Taf. XLII. Fig. 30). An die untere Fläche derselben tritt der nervus utriculi um im Inneren dieses Hohlraumes die macula acustica utriculi zu bilden. Die Recessushöhhlung stellt eine schalenförmige Erweiterung dar und liegt unmittelbar an der Einmündungsstelle der beiden vorderen Ampullen.

Vom recessus aus gehen dann die beiden Ampullen ab,

die sagittale vorn, zugleich etwas nach unten vom utriculus gelegen, die horizontale mehr lateral und nach oben von letzterer. Der zur Ampulla sagittalis gehörige Bogengang (vorderer verticaler) verläuft zuerst nach aussen und hinten, um dann nach oben und innen, gegenüber der Einmündungsstelle des frontalen Kanales, in den sinus utriculi einzumünden. Der horizontale Gang nimmt seinen bogigen Verlauf nach hinten unten und senkt sich oberhalb der frontalen Ampulle in den dem recessus gegenüberliegenden Theil des Utriculus. Unterhalb dieser Einmündungsstelle des horizontalen Bogenganges befindet sich die Ampulla frontalis (hintere) und zwar etwas nach unten und lateral vom Alveus communis. Ihre directe Verbindung mit dem Corpus utriculi, wird durch eine kurze, ziemlich geräumige cylindrische Röhre hergestellt. Der von ihr abgehende frontale (hintere verticale) Bogengang verläuft nach innen und oben, um in den sinus utriculi einzumünden, der Endstelle des sagittalen Kanales gerade gegenüber.

Die Stellung der Ampullen, der Verlauf der Bogengänge, die Lage des Utriculus zu seinem Recessus und seinem die halbzirkelförmigen Kanäle aufnehmenden Sinus differiren in Nichts von den Verhältnissen dieser Theile zu einander an der pars superior der Knochenfische. Anders verhält es sich mit dem eigentlichen Hohlraume der pars superior i. e. des Utriculus im engeren Sinne. Die Schilderung, die Hasse hievon gegeben, scheint mir nicht genau den vorliegenden Verhältnissen zu entsprechen; trotz seines beigefügten Schema's gelang es mir nicht ein klares Bild zu erhalten, und fernerhin musste ich nach dem Resultate meiner Untersuchungen der Vermuthung Raum geben, dass von dem sonst so erfahrenen Forscher Einzelnes, wie z. B. das grosse foramen utriculo-sacculare (Verbindungsöffnung zwischen pars superior und pars inferior), gar nicht ¹⁾ berücksichtigt worden, anderes wiederum, wie jenes der apertura utriculi (siehe weiter unten) gegenüberliegende

1) In seiner spätern Arbeit über die vergleichende Morphologie und Histologie des häutigen Gehörorganes der Wirbelthiere (1873) spricht Hasse von dieser Communicationsöffnung zwischen Utriculus und Sacculus bei den Amphibien; speciell aber bei der uns hier interessirenden Schilderung der Utriculushöhle (1868. Gehörorgan der Frösche) erwähnt er derselben in keiner Weise.

laterale Wandstück des corpus utriculi, in einer Weise beurtheilt worden war, der meine Erfahrungen widersprechen.

Deiters giebt an, dass der ganze Innenraum — er meint hier den Raum des ganzen Gehörbläschens, pars inferior und pars superior — durch Vorsprünge und Leisten in mannichfaltige Abtheilungen getheilt sei. Hasse findet nun, und mit grossem Recht, dass es damit nicht gethan sei, und dass aus der in dieser Beziehung höchst lückenhaften Beschreibung von Deiters gar keine Kenntniss zu gewinnen sei über den Zusammenhang des Gehörbläschenraumes. Wir müssen, wollen wir uns das mühsame Verständniss von den wechselseitigen Beziehungen der einzelnen Abtheilungen nicht allzu sehr erschweren, in der Beschreibung der einzelnen Hohlräume die scharfe Trennung einer Vestibular- und einer Cochlearecavität auch hier durchzuführen suchen. Beide Hohlräume bestehen als selbständige Cava, ein jedes für sich, unabhängig von einander und nur an einer Stelle, am foramen utriculo-sacculare mit einander communicirend. Und so wird es für diese Schilderung am praktischsten sein, wie dies auch Hasse gethan, wenn wir die Theile der pars inferior von der pars superior völlig getrennt uns denken und blos den Raum schildern, der sich im Innern der einzelnen Abtheilungen des Utriculus befindet.

Das Cavum utriculi lässt sich zerfallen in zwei grössere Cavitäten, von denen die eine die beiden zusammenstehenden Ampullen aufnimmt, die andere die alleinstehende frontale. Beide Cavitäten werden durch ein Septum von einander getrennt, welches die laterale Wand des sinus utriculi darstellt. Der Hohlraum des sinus utriculi selbst gehört der in der Richtung der frontalen Ampulle gelegenen Cavität an. Beide Höhlen communiciren durch einen Ausschnitt im Septum, der sogen. apertura utriculi.

Näher betrachtet finden wir, dass die mediane Fläche des Utriculus von einer Membran gebildet wird, die ohne Unterbrechung in die mediane Wand des recessus, des sinus utriculi und der Ampullen übergeht; anders ist es mit der ihr gegenüberliegenden lateralen Wand des Utricularschlauches; hier müssen wir zwei verschiedene Theile unterscheiden: eine erste Hälfte, die von den beiden zusammenstehenden Ampullen ausgeht, und welche die laterale Wand des recessus und des corpus utriculi repräsentirt und schliesslich in die laterale Wand des horizontalen Kanales übergeht; dieselbe

steht somit der medianen Wandung des recessus und der des corpus utriculi direct gegenüber und beide zusammen begrenzen den darin gelegenen länglichen, schlauchförmigen Hohlraum. Die zweite Hälfte, welche die Begrenzung des Utriculus an seiner lateralen Fläche ausmacht, geht von der alleinstehenden frontalen Ampulle aus, wird von der lateralen Wandung der diese Ampulle mit dem Utriculus verbindenden cylindrischen Röhre gebildet, erstreckt sich bis zur Ursprungsstelle des sinus, setzt sich hier an der Innenfläche der medianen Wand des corpus utriculi an und wendet sich nun nach oben, um in die Wand der vertical gestellten Sinusverlängerung des Utriculus überzugehen. An die hintere Fläche dieser lateralen Wand der zweiten Hälfte legt sich die mediane Wandung des horizontalen Kanales an und verwächst mit derselben. Die mediane Wand der frontalen Verbindungsröhre und die der sinusartigen Verlängerung des Utriculus umschliessen im Verein mit der eben beschriebenen lateralen Wandung der zweiten Hälfte einen Hohlraum, durch welchen man aus dem Inneren der frontalen Ampulle direct in den sinus und von da aus in die Mündungen der beiden gegenüberliegenden sagittalen und horizontalen Bogengänge gelangt.

Die beiden grösseren Hohlräume, der von der Recessusseite kommende und der von der frontalen Ampulle ausgehende, wären demnach durch die senkrecht gestellte laterale Wandung des Sinus getrennt; nun befindet sich aber im unteren Abschnitte der lateralen Sinuswand, der Stelle entsprechend, wo der Sinus vom Utriculus abgeht, eine kreisförmige, 0,005 mm grosse Oeffnung, die apertura utriculi (Taf. XLII. Fig. 13, 14, 15 und 16), durch welche die oben geschilderten Hohlräume mit einander communiciren.

Hier wäre auch der Ort, die schon oben erwähnte Verbindung des Utricularhohlraumes mit der Cavität des Sacculus zu besprechen. Die laterale Wandung des corpus utriculi besitzt da, wo sie in die laterale Wandung des horizontalen Kanales übergeht, also der apertura utriculi gegenüber, aber tiefer als diese letztere gelegen und gleichsam die Bodenwandung des Utriculus ausmachend, einen elliptischen Ausschnitt, dessen grösster Breitedurchmesser 0,006 mm und dessen Tiefe 0,003 mm beträgt (Taf. XLIV. Fig. 46). Durch diese Oeffnung, die wir foramen utriculo-sacculare nennen wollen, stehen Utriculus und Sacculus bei den Batrachiern wie überhaupt bei allen Amphibien, in weiter

Verbindung. — Hasse sagt unter Anderem, „dass in der Umgebung des Einschnittes in der äusseren Wand, der die Apertura begrenzen hilft, sich eine zarte Membran befestigt, die sich alsbald verdickt und in den Schneekentheil übergeht, den er als Tegmentum vasculosum bezeichnet.“ Es würde somit ein Theil der pars cochlearis zur lateralen Begrenzung des Utriculusraumes beitragen. Ich konnte mich hiervon durchaus nicht überzeugen. Der Utriculusschlauch ist ganz unabhängig von der pars inferior, und wie oben geschildert, ist dieses von Hasse als dem Bereiche der Cochlea angehörige Segment der lateralen Utriculuswandung nichts anderes als die laterale Wand des horizontalen Kanales, der im Bogen über die apertura hinwegzieht, oberhalb deren oberem Rande an die laterale Sinuswand sich ansetzt und dann in die gleichnamige Wand des corpus und recessus utriculi übergeht. —

Gehen wir zur Beschreibung des feineren Baues der pars superior über, so finden wir vorerst am Utriculus die mediane Wand viel dicker als dessen laterale Wandung; das Gewebe jedoch ist an allen diesen Theilen das gleiche homogene, knorpelartige mit sparsam in dasselbe eingestreuten meist spindelförmigen, selten rundlichen Zellelementen (Taf. XLIV Fig. 42). Es ist ein ähnliches Gewebe, wie wir es am Labyrinth der Teleostier kennen gelernt haben und das von Retzius mit dem Namen „Spindelknorpel“ belegt wird. Die Membransubstanz selbst, im Utriculus sowohl wie in den übrigen Theilen des Labyrinthes ist rein homogener Natur (Taf. XLIV Fig. 38, 39 und 42); es kommen in ihr keinerlei Faserungen vor und alle die von anderen Untersuchern beschriebenen Fasern, Risse u. s. w. dürften auf die Einwirkungen der verschiedenen Reagentien zurückzuführen sein, oder auf leichte Quetschungen der homogenen Grundsubstanz durch das Deckglas (Taf. XLIV Fig. 40). Hasse ebenfalls lässt nur ein rein homogenes Gewebe bei den Batrachiern zu.

Gegen das Innere der Utricularhöhle setzt sich das Gewebe mit einem schmalen Basalsaume ab und ist von einem niederen Cylinderepithel bedeckt (Taf. XLIV Fig. 43), das sich gleichmässig durch den ganzen Hohlraum der pars superior fortzieht (Taf. XLIII Fig. 29).

Die Aussenfläche des Utriculus, wie überhaupt der ganzen pars superior, trägt keine Epithelbekleidung, sondern steht durch meist sehr dicht neben einander gelegene Bindegewebszellen mit

dem Perioste in Verbindung. Hasse spricht von dem Vorkommen solcher Pflasterepithelien, wie wir sie im Hohlraume kennen gelernt haben, auch an der Aussenfläche der in der Nähe der apertura utriculi gelegenen Partien.

Der recessus utriculi besitzt eine viel stärkere Wandung als der Utriculuskörper; das Periost, mit welchem jener mit der Knochenhöhle in Verbindung steht, trägt eine grosse Menge der verschiedenartigst geformten Pigmentzellen, wie dies überhaupt an allen Theilen des häutigen Labyrinthes der Fall ist, die zur Aufnahme der maculae und cristae bestimmt sind (Taf. XLIII Fig. 32). An der Innenfläche des recessus liegt das obengenannte Epithel, dessen einzelne Pflasterzellen um so höher werden je mehr sie sich der macula acust. nähern (Taf. XLIII Fig. 37. Taf. XLIV Fig. 42).

Aus dem Hohlraume des recessus utriculi gelangt man durch eine weite Oeffnung in das Innere der sagittalen und horizontalen Ampulle (Taf. XLIII Fig. 30). Letztere erweitern sich unmittelbar nach ihrem Abgange aus dem recessus, ihrem Namen entsprechend, ampullenartig, um gegen ihren Uebergang in die Bogengänge wiederum an Grösse und Weite abzunehmen.

Wir unterscheiden an diesen ampullenförmigen Gebilden den Boden, die beiden Seitenwände und das Dach. Die Wandungen der Ampullen bestehen aus den gleichen Elementen wie der Utriculus, nur finden sich hier die spindelförmigen Zellen in viel grösserer Zahl (Taf. XLIV Fig. 38).

Zum Boden einer jeden dieser beiden Ampullen tritt ein Zweig des ram. vestibularis, der im Innern der betreffenden Hohlräume die Hörleisten bildet und auf deren nähere Schilderung wir späterhin bei den Nerven des Gehörbläschens zurückkommen werden. Der Innenraum des Ampullenbodens wird von den bekannten polygonalen Pflasterepithelien überzogen. An zwei Stellen jedoch, zwischen den Hörleisten und dem Recessus einerseits und zwischen den Leisten und den Bogengängen andererseits, sehen wir zwei grosse runde Zellenhaufen (Taf. XLIII Fig. 30 und 31), die im frischen Zustande gelblich gefärbt sind und sich scharf von dem übrigen inneren Belege des Ampullenbodens abheben. Sie bestehen, im frischen Zustande, aus hellen, durchsichtigen polygonalen Zellen mit grossem rundem Kerne. Durch Chromsäure und besonders durch Osmiumsäure werden sie sehr dunkel ge-

färbt und ihr granulirter Inhalt tritt deutlich hervor. Hasse nennt sie Pigmentzellen und bringt sie mit den sogenannten flaschenförmigen Zellen der Vögel und Säugethiere zusammen. Ich habe an ihnen die analoge Gestaltung (Taf. XLIII Fig. 37) gesehen, wie ich dies für die sogen. protoplasmatischen Zellen im Labyrinth der Teleostier (Arch. f. mikroskop. Anat. XIV, p. 272) angegeben habe; nur liegen diese Zellen bei den Fischen in mehreren kleineren disseminirten Gruppen, während sie bei den Fröschen in zwei isolirte, grössere rundliche Haufen vereint sind. Jene grossen cylindrischen Zellen, wie wir sie am Boden und an den Seitenwandungen der Fischampullen gesehen haben und welche die *plana semilunata* von Steifensand bilden, existiren, so viel ich sehen konnte, beim Frosche nicht.

Die Seitenwandungen der Ampullen sind von den gleichen niedrigen Pflasterzellen ausgekleidet, wie der ganze Utricularraum. Am Dache sehen wir einen dunkleren Streifen, der sich genau in der Mittellinie befindet und sich über das ganze Dach bis auf die concave Fläche der Bogengänge verfolgen lässt. Die Knorpelwandung ist an dieser Stelle voluminöser als an den übrigen Partien der Ampulle, und an der Innenfläche dieses verdickten Streifens finden wir die „Dachzellen“ Hasse's, d. h. Pflasterzellen, welche nur durch ihre viel stärkere Höhe sich von den polygonalen Epithelien des übrigen Raumes auszeichnen.

Die am anderen Ende des *corpus utriculi* gelegene *Ampulla frontalis* differirt, was Gewebe, innere Auskleidung, Vorkommen der gelben Flecke u. s. w. betrifft, in Nichts von den oben beschriebenen beiden anderen Ampullen.

Es wäre hier am Platze, Form und Bau der *Cristae acusticae*, die am Boden einer jeden der drei Ampullen gelegen sind, zu beschreiben; allein ich halte es zur besseren Uebersicht für besser, diese Details bei Besprechung der Acusticusausbreitung und im Zusammenhange mit den anderen Nervenendstellen anzugeben.

Ein Wort noch, bevor wir zur Schilderung der *Pars inferior* übergehen, über den histologischen Bau der drei Bogengänge. Auch sie bestehen aus homogenem „Spindelknorpelgewebe“ mit zahlreichen Zellgebilden (Taf. XLIII Fig. 29); bei vorsichtiger Untersuchung ist auch hier keine Faserung des Gewebes nachzuweisen. Nach dem Binnenraume des Kanales zu ist die Gewebsmasse von einem schönen polygonalen Pflasterepithel mit grossen

länglichem Kerne überkleidet. Die Epithelialzellen selbst sind hell, ganz durchsichtig und von einer deutlichen Zellmembran umgeben. Der Querschnitt der Bogengänge ergiebt eine elliptische Höhlung (Taf. XLIII. Fig. 28).

b. Pars inferior.

Die verschiedenen Theile, welche die pars inferior s. cochlearis zusammensetzen, bieten so complicirte Verhältnisse dar, dass es uns nicht auffallen darf, wenn frühere Autoren, mit ihren einfachen Untersuchungsmitteln, die wichtigsten dieser Theile ungenügend erkannt, ja sogar theilweise übersehen haben. Erst Deiters giebt hierüber bessere Auskunft, kann aber trotzdem nicht umhin, die Bemerkung einzuflechten, „dass der Schwierigkeit der Präparation gemäss die genaue Erforschung sämtlicher Eigenschaften und Lagerungsverhältnisse der Elementartheile mehr Zeit und Mühe erfordert, als der Frage ein Einzelner füglich zuwenden kann.“

Die Pars inferior besteht aus dem Steinsacke (Sacculus im engeren Sinne, sacculus hemisphaericus) und mehreren einzelnen kleinen Abtheilungen, die von Deiters als Schneckenabtheilungen gedeutet und bezeichnet sind; als letztere schildert derselbe die lagena, den Knorpelrahmen und einen dritten accessorischen Theil, für dessen Benennung ihm ein Vergleichsobject bei anderen Wirbelthieren fehlt. Wir werden später diese letztere Abtheilung als pars initialis cochleae kennen lernen. Nach diesem Autor liegen diese drei Schneckenheile zwischen Sacculus und frontaler Ampulle und zeichnen sich vor den übrigen Theilen „durch eine mässig längliche Erhebung, durch etwas knorpelige Härte und durch eine schwärzliche Farbe aus.“

Hasse bezeichnet den accessorischen Theil von Deiters als sogenannten Anfangstheil der Schnecke, als pars initialis cochleae und giebt hiervon sowie von allen übrigen Schneckenabtheilungen eine viel detaillirtere Schilderung, besonders was die Nervenaustrittsbreite und die gegenseitigen Lagerungsverhältnisse betrifft; nach ihm giebt es ausserdem noch einen vierten Schneckenheil, das tegmentum vasculosum.

In toto betrachtet, stellt die pars inferior ein blasenförmiges Gebilde vor, dessen mediane, untere und laterale Flächen selbst-

ständig und frei gelegen sind, dessen obere Fläche dagegen von dem Boden des Utriculus, resp. dessen Unterfläche gebildet wird. Die drei frei gelegenen Wandungen werden von einer feinen Bindegewebsmembran constituirt und es setzen sich am oberen Abschnitte der pars inferior mediane und laterale Flächen an das knorpelartige Gewebe des Utriculus an, und zwar in der Art, dass die mediane Wand des Utriculus allmählich ohne scharfe Grenzen in die mediane Sacculuswandung übergeht; die laterale Wandung der pars inferior dagegen überstülpt die gleichnamige Wand des Utriculus in seiner ganzen Breite und setzt sich schliesslich in halber Höhe an die laterale Fläche des sinus utriculi an. Es ist somit die ganze untere und die laterale Fläche des Utriculusrohres im hinteren und oberen Abschnitte der pars inferior gelegen und der innere Schlauch an diesen Stellen von einer zweiten Blasenwand umgeben. Hiedurch entsteht ein bläschenförmiges Gebilde, das von aussen betrachtet, an seinen drei freiliegenden Seiten (median, lateral, unten) von einer feinen Bindegewebshaut geschlossen ist, an der vierten Seite dagegen, der oberen, oder wie wir sie auch nennen können, dem Dache aus einer dichteren und festeren Substanz besteht; letztere Wandung gehört dem Utriculus an und nimmt derselbe mit seiner unteren Fläche an der Bildung der pars inferior Theil. Beide Hohlräume, der des Utriculus und der des grossen Sacculus, wie wir auch die ganze pars inferior bezeichnen können, stehen durch das foramen utriculo-sacculare in weiter direkter Verbindung.

In Berücksichtigung der Lageverhältnisse der pars superior und der an ihr unterschiedenen medianen und lateralen Flächen, wollen wir bei der Schilderung der einzelnen Abtheilungen in der Pars inferior blos eine mediane und eine laterale Fläche annehmen, und sind auch alle Zeichnungen auf Taf. XLI und XLII in dieser Weise aufgenommen. Es schien mir zur besseren und fasslicheren Veranschaulichung der die pars inferior zusammensetzenden Theile ein solches Vorgehen nothwendig, wenn es auch gegen die Richtigkeit des wahren Sachverhaltes verstösst. Wir unterscheiden demnach an den bildlichen Darstellungen der pars inferior blos zwei Flächen (unter Vernachlässigung der oberen und unteren), eine mediane der Schädelhöhle zugekehrte Wandung und eine laterale, die nach dem ovalen Fenster gerichtet ist.

Zur Richtigstellung der thatsächlichen Lageverhältnisse will

ich nochmals kurz erwähnen, dass nur der obere grössere Abschnitt der als mediane Fläche der pars inferior gezeichneten Wandung in gleicher Ebene mit der analogen Wandung der pars superior gelegen ist; dagegen ist die untere, in der Nähe der frontalen Ampulle gelegene, Abtheilung viel mehr nach unten, ja sogar etwas lateralwärts gelagert. Schon der untere Abschnitt der Lagena entfernt sich aus dem Bereiche der medianen Sacculuswand und gehört der unteren Fläche an; noch mehr aber ist dies mit der pars basilaris und dem tegmentum vasculosum der Fall, die ganz an der unteren Sacculusfläche, letzteres sogar zum grossen Theile an der lateralen Fläche, gelegen sind.

Um die verschiedenen Schneckenentheile in solchen Medianbildern zur Ansicht zu bringen, müssen erst die Theile der pars superior und der Steinsack gezeichnet werden und dann, nach leichtem Aufwärtsrollen des Objectes von unten nach oben, können die einzelnen Cochlearabtheilungen in ihrer Ausdehnung zu Gesicht gebracht und der Aufnahme hinzugefügt werden. Gehen wir (Taf. XLI Fig. 6 und 7) von der Seite des Utriculus aus, wo die beiden zusammenstehenden Ampullen liegen, so hätten wir an dem entsprechenden Abschnitte der pars inferior den grossen Steinsack liegen, neben welchem, in der Richtung der frontalen Ampulle, die Lagena sich befindet; noch näher an der frontalen Ampulle befindet sich die mit der Lagena zusammenhängende pars basilaris und das daran stossende tegmentum vasculosum. Oberhalb des Zwischenraumes zwischen lagena und pars basilaris befindet sich die pars initialis cochleae. In dieser Reihenfolge wollen wir jetzt die Schilderung der einzelnen Schneckenentheile folgen lassen.

Der Sacculus hemiellipticus i. e. Steinsack ist die unterhalb des recessus utriculi gelegene Abtheilung der pars inferior (Taf. XLI Fig. 6 und 7). Er stellt einen nach der medianen Seite leicht convexen Vorsprung dar, dem eine nach dem Hauptinnenraume gerichtete leichte Concavität entspricht. Wir unterscheiden an diesem Organe eine mediane und eine laterale Wandung. Die mediane Wand besteht aus einer zungenförmigen, vertical gestellten Knorpelplatte (Taf. XLV Fig. 47), deren Höhe beträchtlicher als ihre Breite ist, und welche von ihrer schmalen Anheftungsstelle an den unteren Rand der medianen Recessuswand allmählig an Breite zunimmt. An diese knorpeliche Wandung des Sacculus tritt der nervus sacculi vom ramus vestibularis, um

an seiner Innenfläche die macula sacculi zu bilden (Taf. XLV Fig. 52).

Der medianen knorpeligen und soliden Sackwandung gegenüber liegt die ungemein dünne laterale Wand des Sacculus; sie ist ein Theil jener Umhüllungsmembran, die den ganzen Hohlraum der pars inferior an seiner lateralen Fläche begrenzt und besteht, wie diese Umhüllungsmembran überhaupt, von der sie ja nur einen Abschnitt ausmacht, aus einer zarten Bindegewebshaut mit leicht streifiger Grundsubstanz und ziemlich sparsamen kernführenden Zellen (Taf. XLIII Fig. 27). Da, wo sie allmählig auf die knorpelige mediane Sackwandung übergeht, wird das Gefüge ihres Gewebes straffer, enthält mehr Zellgebilde und zahlreiche Pigmentzellen (Taf. XLV Fig. 47). An der Innenfläche ist diese feine Sackmembran von einem schönen, polygonalen Pflasterepithel mit grossem theils rundem theils ovalem Kerne überzogen (Taf. XLV Fig. 49 und 50). Die knorpelige mediane Sackwandung besteht aus jenem homogenen Gewebe mit spindelförmigen Zellen (Taf. XLV Fig. 51), dessen nähere Einzelheiten wir bei der Histologie der Ampullen u. s. w. kennen gelernt haben. Die homogene Knorpelmasse wird um so dicker, je mehr wir uns der grössten Erhebung der macula acustica nähern. Das Gewebe des Steinsackes ist von zahlreichen Gefässen durchzogen (Taf. XLIV Fig. 51). An der Innenfläche dieser Knorpelplatte finden wir wiederum jenes polygonale Plattenepithel mit grossem Kern, wie wir dies schon im Utriculus kennen gelernt haben. Je mehr man sich den nervösen Maculagebilden nähert, um so höher werden diese Epithelien und es entstehen so zuletzt hohe Cylinderzellen (Taf. XLIV Fig. 52).

In diesem Steinsacke, dessen mediane Begrenzung durch die Knorpelplatte eine scharfe ist, dessen laterale Grenze dagegen mit der allgemeinen lateralen Grenz wandung der pars inferior zusammenfällt, liegt eine aus kleinen Kalkconcrementen bestehende, weisse Otolithenmasse, deren nähere Lagenverhältnisse und Zusammensetzung wir bei der Schilderung des nervösen Endapparates im Sacke kennen lernen werden.

Neben dem Steinsacke, gegen die frontale Ampulle zu, liegt die Lagena; sie steht tiefer als der sacculus und gehört mit ihrem unteren Ende schon etwas der unteren Wandung der pars inferior an. Sie stellt eine nicht ganz regelmässige ovale Schale dar mit dicken soliden Wandungen und einer nach dem Inneren des grossen

gemeinsamen Hohlraumes der pars inferior blickenden grossen ovalen Oeffnung (Taf. XLII Fig. 16). An ihrem oberen Theile ziemlich schmal, wird sie in ihrer Ausdehnung nach abwärts immer breiter und erreicht das grösste Volumen an ihrer unteren Fläche. Sie besitzt eine mediane und eine laterale Wand; erstere ist leicht convex und krümpt sich an ihren Seitenwänden sowohl wie an ihrem unteren leicht eingekerbten Abschnitte in die laterale Wandung des Organs um, wo letztere alsdann eine central gelegene ovale Oeffnung begrenzt (Taf. XLI Fig. 16). An die Peripherie der convexen, aus Knorpel bestehenden Wand tritt die feine lockere und sehr stark pigmentirte Umhüllungsmembran heran, (Taf. XLII Fig. 16) und verliert sich allmählich in der Eigensubstanz der Lagena. Mit dem nebenanliegenden Steinsacke besteht keine andere Verbindung als die durch den allgemeinen grossen Sackraum; an der anderen Seite dagegen findet ein directer Uebergang des Lagenaknorpels in denjenigen der Pars basilaris statt (Taf. XLII Fig. 14 und 15), und zwar geht diese Knorpelbrücke von dem unteren Abschnitte des betr. Seitenrandes der lagena der Art aus, dass schon mit blossem Auge die Grenze zwischen lagena und pars basilaris als eine deutliche Einziehung des Knorpelgewebes erkenntlich ist. Es ist diese Schneckenabtheilung, weil nur mit der pars basilaris durch besagte Knorpelbrücke verbunden, von allen übrigen Cochleartheilen der selbständigste, so dass wir, wie Hasse sagt, die Lagena des Frosches förmlich als eine kugelige Ausbuchtung der Wand des allgemeinen Gehörbläschens mit einigermaßen engem Hals, welcher die Communication des inneren Lumens mit dem des Gehörbläschens vermittelt, ansehen können.

An die convexe, median gelegene, Wand tritt ein ziemlich starker Nervenstamm (Taf. XLII Fig. 12 und 15), dessen Fasern die Knorpelwand durchbohren und an ihrer Innenfläche die crista lagenaebilden, deren Details später angegeben werden.

Die Wandungen der Lagena sind aus einem knorpelartigen homogenen Gewebe constituirt, das in seiner feineren Structur, wie auch in der Form und Zahl seiner spindelförmigen Zellgebilde, genau den nämlichen Charakter besitzt, wie wir dies beim Sacculus und der pars superior gesehen haben. Zu bemerken wäre nur, dass die convexe mediane Wandung des Organes, an welcher die Nerven ausbreitung Statt findet, eine viel mächtigere Gewebsmasse besitzt, als die sich nach dem Innenraume zu umkrämpfende innere

Wandung; letztere ist aus der gleichen Substanz gebildet, allein sie ist viel dünner und zarter; ein Umstand, der schon bei makroskopischer Untersuchung auffällt und den wir an allen den Theilen des häutigen Labyrinthes beobachten, an welchen keine Nervenaustrittsstelle Statt hat.

Die Lagenawandungen sind, nach ihrem inneren Lumen, an allen nervenfreien Stellen von einem einfachen Pflasterepithel mit runden Kernen ausgekleidet. In der Nähe der crista acustica wird dasselbe immer höher, es nimmt die cylindrische Form an und bereitet so den Uebergang in das charakteristische Nervenepithel vor; ein ganz analoges Verhalten, wie im Sacculus.

In der Richtung der Ampulla frontalis liegt neben der Lagena ein weiterer Schneckenabschnitt, die Pars basilaris cochleae. Sie ist die wichtigste aller Cochleartheile und für uns um so bemerkenswerther, weil die Batrachier, und die Amphibien überhaupt, diejenigen der niedrigsten Vertebraten sind, bei denen zum ersten Male die Existenz eines solchen Schneckenheiles zu beobachten ist.

Die pars basilaris bei *Rana esculenta* liegt an der Stelle, wo die mediane Wandung der pars inferior in die laterale übergeht, zwischen lagena und tegmentum vasculosum, unterhalb der Ampulla frontalis. Deiters nennt sie den „Knorpelrahmen“ und beschreibt diesen „als einen kreisrunden Ring mit einem rundlichen oder etwas länglichen Lumen. Der Rahmen hat ein äusseres und ein inneres Lumen. Es ist ein gleichmässiger Ring, bei dem man nicht wie bei den höheren Thieren von zwei constituirenden Schenkeln sprechen kann. Die Oeffnung wird von einem Periostbeleg verschlossen. Die Schnecke ist hier ein integrierender Bestandtheil des Vorhofs geworden, in dessen Raum sie so unmittelbar übergeht, dass nicht einmal ein Verschluss durch eine in einem Tegmentum vasculosum entsprechende Bildung Statt findet. Eine membranöse Verbindung des Lumens des Knorpelrahmens, also eine „Membrana basilaris, oder gar eine Lamina spiralis gibt es nicht. Die specifischen Theile sind auf einen Epithelbeleg des inneren Raumes des Rahmens reducirt, der dem folgenden Theile der Lagena zunächst charakteristische Formen zeigt. An der Stelle, wo ein einfaches, feines Nervenfädchen zu dem Knorpelrahmen tritt, sieht man längliche, cylindrische Zellen der inneren Oberfläche aufsitzen, an denen auch Haare wahrgenommen werden können. Im Uebrigen besitzt

die innere Fläche des Rahmens ein einfaches Epithel kleiner rundlicher Zellen, welche zuweilen etwas granulirt sind.“ So die Schilderung Deiters von der pars basilaris, die, wie schon Hasse nachgewiesen, viel Richtiges aber auch manches Unbestimmte enthält.

Trennt man die Verbindung der pars basilaris mit der lagena und entfernt die Ampulla frontalis, so bleiben zurück: pars initialis nach oben, pars basilaris nach unten und tegmentum vasculosum, seitlich von letzterer gelegen. In dieser Weise lässt sich das Organ in allen seinen Theilen gut erkennen, und es stellt alsdann eine flach convexe, nach aussen leicht vorspringende Ausbuchtung dar. Vom Hauptraume der pars inferior aus gelangt man durch eine enge Oeffnung in den der Ausbuchtung entsprechenden Hohlraum hinein. Als Stütze der pars basilaris dient ein ovaler knorpeliger Ring (der Knorpelrahmen von Deiters), dessen starre feste Masse nach Aussen von einer zarten Membran überzogen ist und dessen Innenfläche zum Theile frei in den grossen Hohlraum hineinragt. Wir können somit auch hier wiederum zwei Flächen unterscheiden, eine äussere nach der Oberfläche des Gehörbläschens und eine innere nach dem Innenraume gerichtete. Die äussere Fläche wird von der allgemeinen Umhüllungsmembran der pars inferior überzogen und zwar der Art, dass dieselbe fest und straff an der breiten Aussenfläche des Knorpelringes angeheftet ist. Hasse fasst die Sache so auf, dass „während sich die äussere Wandung des Gehörbläschens an einer bestimmten Stelle ringartig knorpelig verdickt, die äusserst zarte Membran in der Mitte des Ringes unverändert bleibt.“ Es wäre demnach die pars basilaris ein flach ausgehöhltes Organ, dessen Ränder stark verdickt, knorpelartig sind, dessen Basis oder Boden aber durch eine dünne Haut gebildet ist (Taf. XLVI Fig. 55 und 56). Hasse sieht in diesem Abschlusse der pars basilaris nach der Oberfläche zu, die sogenannte Membrana basilaris, was jedoch mit meinen Erfahrungen nicht übereinstimmt; ich halte diese Membran bloß für die einfache Fortsetzung der allgemeinen Hülle der pars inferior; dagegen fand ich, wie dies weiter unten beschrieben werden soll, an der inneren Fläche des Organes ein Gebilde, das man als Basilarmembran auffassen muss.

An das centrale Segment der knorpeligen Innenfläche tritt der nervus partis basilaris und bildet die später zu beschreibende crista basilaris. Die pars basilaris ist, in ihrem Rahmentheile,

aus dem schon mehrfach erwähnten homogenen „Spindelknorpel“ zusammengesetzt. — An der gegen das Tegmentum vasculosum gewandten steilen Wand des Knorpelrahmens will Hasse „eine zarte radiaere Streifung“ gesehen haben, die er auf eine eigenthümliche Anordnung der Spindelzellen zurückführt. Ich war nicht in der Lage ähnliche Bilder zu beobachten (Taf. XLVI Fig. 57 und 58). An allen Theilen des Knorpelgewebes erschienen mir die Zellgebilde ebenso zerstreut liegend und ohne alle Regelmässigkeit im homogenen Grundgewebe vertheilt, wie an den anderen knorpeligen Abtheilungen des häutigen Labyrinthes. — Gegen das Lumen des ovalen Hohraumes der pars basilaris ist, wie allwärts im häutigen inneren Ohre der Batrachier, der Knorpel von einem zarten Basalsaume abgesetzt, und als Fortsetzung dieses Saumes legt sich an die Ränder der inneren Fläche des Knorpelrahmens eine feine Membran, durch welche das Organ, nach dem grossen Sackbinnenraume zu, bis auf eine kleine, dem centralen Ende der pars basilaris angehörigen Partie abgeschlossen wird; es bleibt hiedurch an dieser Stelle eine Oeffnung zurück, durch welche das Innere des Basilartheiles mit dem grossen Binnenraume der pars inferior communicirt (Taf. XLVI Fig. 55). Bei der aussergewöhnlichen Zartheit dieser sogenannten Basilarmembran ist es nur äusserst selten möglich, das Entstehen der Basilarmembran aus dem Basalsaume näher zu studiren. Wie der Basalsaum selbst, ist auch diese als „Membrana basilaris“ aufzufassende Haut vollkommen strukturlos (Taf. XLVI Fig. 55), und nur an ihrer nach der Höhlung der pars basilaris sehenden Fläche ist dieselbe von jenen unregelmässigen polygonalen Pflasterzellen überzogen, wie wir dies als innere Bekleidung der lagena u. s. w. kennen gelernt haben. Die Innenfläche der Knorpelwandungen ist mit dem analogen Epithel überzogen, das um so höher und cylindrischer wird, je mehr man sich dem Bereiche der crista acustica nähert, ganz wie wir dies im Sacculus, den Ampullen u. s. w. gesehen haben. Die Aussen-Fläche der Basilarmembran, welche nach dem gemeinschaftlichen Sackraume gewendet ist, besitzt keinen Epithelialüberzug.

Aus Fig. 55 der Taf. XLVI ist der knorpelige Zusammenhang der pars basilaris einerseits mit der lagena, anderseits mit dem tegmentum vasculosum ersichtlich; die Knorpelbrücke in diesem Schneckenheile ist schon äusserlich durch eine leichte Einziehung

des ziemlich dichten Gewebes zu erkennen; von Innen tritt dies um so deutlicher hervor, als der angrenzende Rand des schalenförmigen tegmentum stark in die Höhe steigt und dadurch die Knorpelbrücke zwischen letzterem und pars basilaris durch das verschiedene Niveau bemerkbar wird. Weiterhin steht die pars basilaris mit der pars initialis in Verbindung, auf welches Verhältniss wir weiter unten zurückkommen werden.

Neben der pars basilaris und mit derselben zusammenhängend, liegt eine dritte Schneckenabtheilung, das tegmentum vasculosum. Schon Deiters beschreibt dasselbe, und hält es für einen recessus des Knorpelrahmens. Hasse zuerst macht hierüber nähere Angaben und bezeichnet es als tegmentum vasculosum. Nach ihm wird dieser Schneckenheil von jener feinen Membran gebildet, die in der Umgebung der apertura utriculi entspringt, über den Anfangstheil der Schnecke hinüberzieht, eine schalenförmig gekrümmte Gestalt besitzt und schräg von oben und vorn nach hinten und unten sich erstreckend, der frontalen Ampulle sich nähert. Ich glaube, dass die Grenzen dieses Organs viel enger gezogen werden müssen, und betrachte als tegmentum vasculosum nur jenes schalenförmige, knorpelige Gebilde, das unmittelbar neben der pars basilaris und unterhalb der frontalen Ampulle gelegen, eine kurze Strecke weit sich in die laterale Wandung der grossen Sackumhüllung verfolgen lässt (Taf. XLVI Fig. 55). Die nach der allgemeinen Umhüllungsmembran, also nach der Oberfläche der pars inferior gewandte äussere Fläche des Organes ist stark convex, seine freie Innenfläche dem entsprechend tief ausgehöhlt. Das Organ liegt an der lateralen Wandung des Gehörbläschens, also im Bereiche des nach dem foramen ovale gerichteten Abschnittes des häutigen Labyrinthes. Bei der Untersuchung eines membranösen inneren Ohres in toto kommt dieser Schneckenheil gar nicht zu Gesicht und erst nach Wegnahme oder auch nach starkem Aufwärtsdrängen der frontalen Ampulle, die dasselbe gleichsam dachförmig verdeckt, tritt das tegmentum in seiner ganzen Ausdehnung hervor (Taf. XLII Fig. 14 u. 15). Mit der pars basilaris ist dieser Schneckenheil durch eine knorpelige Brücke verbunden. Die ziemlich stark gekrümmten Ränder der knorpeligen Schale ragen frei in die grosse Höhlung der pars inferior und an keiner Stelle setzt sich das Knorpelgewebe dieser Ränder in eine feine Membran fort; dagegen habe ich gefunden

und es geht dies deutlich aus den Zeichnungen Fig. 14 u. 15 der Tafel XLI hervor, dass die convexe Aussenfläche des Organs auf einer dünnen, membranartigen knorpeligen Unterlage gelegen ist, die dann einerseits die Verbindungsbrücke zur pars basilaris (Taf. XLV Fig. 55) herstellt, und die anderseits nach oben in die feine allgemeine Umhüllungsmembran sich fortsetzt. Letztere an die knorpelige Unterlage des tegmentum sich anschliessende feine Bindegewebsmembran geht weiter nach oben über die apertura utriculi hinaus, darf aber nicht als ein zum tegmentum gehöriger Gewebsabschnitt angesehen werden, sondern stellt blos, wie dies früher schon angegeben wurde, die weit nach oben sich erstreckende, an die laterale Sinuswand sich ansetzende gleichnamige Wandung des grossen Sacculus.

Das Gewebe des tegmentum ist das gleiche der anderen knorpeligen Abschnitte des Gehörbläschens; auffallend sind die zahlreichen Blutgefässe an diesem Schneckenheile (Taf. XLI Fig. 14 und 15), die zugleich auch in der Umhüllungsmembran gerade dieses Labyrinthabschnittes sehr reichlich vertreten sind (Taf. XLV Fig. 55). Die tief ausgehöhlte Innenfläche der Knorpelschale wird von einem Epithel ausgekleidet, dessen Aehnlichkeit mit dem Epithel des tegmentum vasculosum der Vögel schon von Deiters hervorgehoben wurde. Es ist dies nach Hasse „ein gelblich gefärbtes Epithel aus unregelmässig polygonalen, ziemlich hohen Pflasterzellen mit grossem, rundem und dunklem Kerne“. Das Protoplasma dieser Zellen ist körnig und es ähneln diese Gebilde in hohem Grade jenen Zellen, die wir bei der Beschreibung der gelben Flecke in den Ampullen kennen gelernt haben.

An diese, an dem untern Abschnitte der medianen Sacculuswand und nahezu in einer und derselben Ebene neben einander liegenden, drei Schneckenheile (Taf. XLI Fig. 14 u. 15 und Taf. XLV Fig. 55) schliesst sich die vierte und letzte Cochlearportion an, die Pars initialis cochleae. Dieselbe gehört zum Theil dem oberen Abschnitte der medianen Wand, zum Theil dem Dache des grossen Hohlraumes der pars inferior an. Da nun letzteres von der unteren Fläche des Utriculardodens gebildet wird, so kann die Ausdehnung der pars initialis dahin präcisirt werden, dass dieselbe sich von der Ampulla frontalis bis zu der Stelle erstreckt wo das foramen utriculo-sacculare beginnt.

Nach Wegnahme der pars basilaris und des unteren medianen Wandabschnittes der pars inferior können wir Lage und Form dieses Organes näher erkennen; Deiters hat dasselbe Organ zuerst gesehen, ohne dessen nähere Beziehungen zur Batrachierschnecke erkannt zu haben. Seine Angaben über Form und Lagerung, wenn auch ungenügend, scheinen mir noch viel eher den wirklichen Verhältnissen zu entsprechen, als die Schilderung, die uns Hasse von diesem Schneckenabschnitte giebt.

Wir haben es hier mit einem ovalen, schalenförmigen Organe zu thun, dessen längster Durchmesser in der Breitenachse des Utricularschlauches gelegen ist. Es besteht dasselbe aus zwei parallel verlaufenden Knorpelschenkeln, die an ihren beiden Seitenrändern in einander übergehen und zwischen welchen der Hohlraum des Organes gelegen ist. Der eine dieser Schenkel, der obere, liegt unmittelbar an der unteren Fläche des Utriculusbodens, ist mit derselben verwachsen und zur Aufnahme des Acusticuszweiges bestimmt; er liegt genau an der Stelle der unteren Utricularwand, über welcher die laterale Wandung der frontalen Verbindungsröhre mit der medianen Wand des horizontalen Kanales sich vereint (Taf. XLV Fig. 59), und dehnt sich, wie das ganze Organ überhaupt, von der Amp. frontal. bis zum foramen utriculo-sacculare aus. Der untere Schenkel besitzt zwei freie Flächen, von denen die obere der Nervencrista zugewendet ist (Taf. XLV Fig. 59), die andere dagegen in den Hohlraum der pars inferior sieht; letztere geht an ihrem Vorderrande in das centrale Segment der pars basilaris über. Die beiden Knorpelschenkel sind flach gekrümmt, an den in einander übergehenden Seitenflächen leicht abgerundet, und besitzen eine ziemliche Tiefenausdehnung (Taf. XLV Fig. 61). An ihren inneren oder lateralen Kanten liegt eine schmale Knorpelbrücke, welche die beiden Schenkel vereint und über welche der betreffende Nerv seinen Weg nimmt, um an die obere Fläche des oberen Schenkels zu gelangen (Taf. XLV Fig. 59). Die Knorpelbrücke selbst liegt dem bis zur Ampulla frontalis sich ausdehnenden Ende des Organes viel näher als dem bis zur centralen Ecke des foramen utriculo-sacculare reichenden anderen Ende und es wird demnach der Hohlraum der ovalen Schale durch diese Brücke in zwei ungleich grosse Abtheilungen getrennt, von denen die grössere central gelegene bis zur mehrfach genannten Communication zwischen Utriculus und Sacculus reicht und die kleinere,

peripher gelegene, sich bis zur Einmündungsstelle der frontalen Ampulle in den Utriculus erstreckt (Taf. XLV Fig. 59).

Die vorderen Kanten beider Schenkel sind unmittelbar unter dem medianen Sacküberzuge gelegen, werden von demselben straff überzogen; die hinteren dagegen sind nur an dem Theile, wo die Brücke liegt, mit einander verbunden und es steht deshalb an dieser, gleichsam lateralen, Fläche der Hohlraum des Organes in offener Verbindung mit der grossen Sackhöhle; ich habe wenigstens weder bei der makroskopischen Untersuchung noch an microscopischen Querschnitten eine das innere Lumen des Organes abschliessende Membran sehen können. Ich fasse deshalb die pars initialis als ein platt ovales schalenförmiges Hohlorgan auf, dessen Boden durch die äussere gemeinschaftliche Umhüllungsmembran der pars inferior und dessen Seitenwandungen von den beiden parallelen Knorpelschenkeln gebildet werden.

Die Wandungen der beiden Schenkel sind nicht gleichmässig tief, besonders ist es die in der kleineren Abtheilung gelegene Portion des unteren Knorpelschenkels, welcher ungemein niedrig ist und mit dem Boden der Schale fast in gleicher Ebene zu liegen kommt. Auch die Dicke der beiden Schenkelwandungen ist verschieden, was mit der Nervenaustrittsstelle zusammenhängt; so sehen wir den oberen Schenkel, an welchem der ramus partis initialis sich verzweigt, viel voluminöser als den unteren (Taf. XLV Fig. 61).

Die obere Fläche des oberen Knorpelschenkels ist innig mit der betreffenden Unterwand des Utriculus verwachsen und auf Querschnitten erkennt man mit Leichtigkeit die den beiden Hohlräumen zugewendeten Epithelauskleidungen, von denen die dem Utriculus angehörige, obere Fläche das beschriebene polygonale Pflasterepithel, dagegen die dem Hohlraume der pars initialis zugewendete untere das später noch näher zu beschreibende Nervenepithel repräsentirt.

Die Knorpelbrücke geht von der hinteren Kante des unteren Schenkels aus, zieht bis zur gleichen Fläche des oberen, um mit ihm zu verschmelzen und in die gemeinschaftliche untere Utriculuswand überzugehen. Am entgegengesetzten Ende der hinteren Kante dieses unteren Schenkels sehen wir eine zweite, aber nach abwärts gerichtete schmale Knorpelbrücke, die, wie Eingangs schon kurz angegeben, nach unten und vorn auf den centralen Abschnitt

der pars basilaris übergeht. Durch dieselbe ist der Anfangstheil der Schnecke mit dem, gleichsam den Mittelpunkt der vier Schneckenabtheilungen darstellenden, Knorpelrahmen verbunden. Da wir nun oben gesehen haben, dass der Haupttheil der Cochlea, die pars basilaris, nach der einen Seite mit der lagena, nach der anderen Seite mit dem tegmentum vasculosum durch knorpelige Brücken in Verbindung steht, so können wir mit Berücksichtigung des obigen Zusammenhanges der pars initialis mit der pars basilaris, die vier Abtheilungen der Schnecke, ob zwar auseinander gelegen, doch als Ein zusammengehörendes Organ betrachten, das an seiner der Oberfläche zugewandten Seite von der gemeinschaftlichen Sackmembran überzogen, und dessen innere, grossentheils weit offene Hohlräume in directer Communication mit dem grossen Cavum der pars inferior stehen (Taf. XLI Fig. 14 und 15).

Die Knorpelsubstanz der pars initialis bietet die gleiche Structur dar, wie alle übrigen knorpeligen Abschnitte des Gehörbläschens; dieselbe homogene Masse mit spindelförmigen Zellen (Taf. XLV Fig. 60). Die Innenflächen sind von jenem unregelmässig polygonalen Pflasterepithel überzogen, wie wir dies schon so häufig in den anderen Hohlräumen des Labyrinthes kennen gelernt haben.

In seiner Arbeit über das Gehörorgan der Frösche (1868) hatte Hasse jedenfalls das foramen utriculo-sacculare übersehen, und sagt er „dass der Anfangstheil der Schnecke bis zur apertura utriculi rage, und da die untere Wand dieser Lücke beiden Theilen (Vestibulum und Cochlea) gemeinsam sei, müsse man auch aus der Höhle der pars initialis in den Utriculus gelangen können. Dieser Theil der Wandung muss also gleichsam als unvollständige Scheidewand zwischen den beiden sonst von einander abgeschlossenen Hohlräumen emporragen!“ Auf dieses Verhalten führt er auch die Uebergänge des Epithels im Utriculus und desjenigen im tegmentum vasculosum in das Pflasterepithel der Wandung des Anfangstheiles zurück. Wir haben oben schon nachgewiesen, dass die apertura utriculi in gar keiner näheren Beziehung zu den einzelnen Theilen der pars inferior steht und es kann desshalb von einem Uebergange des betr. Epithels keine Rede sein. Wohl steht die Höhlung der pars initialis mit derjenigen des Utriculus in Communication und zwar vermittelt des grossen foramen utriculo-sacculare; allein diese Verbindung kommt

nur durch Vermittelung der Sackhöhle dadurch zu Stande, dass beide Hohlräume, ein jeder für sich, mit der grossen Sackhöhle communiciren.

An allen Stellen, wo das Pflasterepithel des Innenraumes der *pars initialis* der *crista acustica* sich nähert, beobachten wir ebenfalls wie im *Sacculus*, *Utriculus* u. s. w. die allmähliche Zunahme der Zellenhöhe und den Uebergang in die grossen *Cylinderzellen*. Nach Hasse unterscheiden sich diese hellen, schönen *Cylinder* in Nichts von den, aus der Schnecke der Vögel, von diesem Autor beschriebenen und zur Anheftung der *Membrana tectoria* dienenden *Zahnzellen* jenseits der *Papilla spiralis*. Die Form und Ausbreitung der am oberen Knorpelschenkel gelegenen *Crista* wird später im Zusammenhange mit der Schilderung der anderen *Nervenendstellen* beschrieben werden. —

Zur vollständigen Schilderung des morphologischen Baues der Gehörblase bei den *Batrachiern*, müssen wir zum Schluss noch zweier Organe erwähnen, die die *Circulation* der lymphatischen Flüssigkeiten im häutigen Labyrinth ermöglichen. Es sind dies der *ductus endolymphaticus* und der *ductus perilymphaticus*. Es würde uns zu weit geführt haben, diese beiden Organe einer genauen Untersuchung zu unterwerfen und behalten wir uns diesen Gegenstand für eine spätere allgemeine Studie dieser Verhältnisse bei allen *Wirbelthierklassen* vor. Ich beschränke mich deshalb auf die Wiedergabe dieser Organe, wie sie sich an meinen Präparaten vorgefunden haben und in die Zeichnungen aufgenommen wurden.

Der *ductus endolymphaticus* liegt mit einem freien und offenen Ende als ein schmaler dünnwandiger Schlauch am oberen medianen Rande des in den *recessus* übergehenden *Utriculustheiles*, und zwar in der Gegend, wo die mediane *Sinus-Wandung* aus dem *corpus utriculi* emporsteigt (Taf. XL Fig. 7 und 8); er zieht alsdann an der Oberfläche der medianen *Utricularwand* nach abwärts bis zur Stelle, wo der knorpelige *Steinsacktheil* von der *pars superior* entspringt, biegt hier auf die Unterfläche des *Utriculusbodens* um und endet mit mässig weiter ovaler Oeffnung am *Dache* des *Steinsackraumes*. Die Oeffnung selbst sieht schräg nach abwärts, liegt nach vorn vor dem *foramen utriculo-sacculare* und in der Nähe des *centralen Endes* der *pars initialis* (Taf. XLIII Fig. 46). Das schmale Rohr des *ductus* ist dünnwandig, in seinem

mittleren Abschnitte leicht varikös und im Inneren von einem einfachen Pflasterepithel ausgekleidet, das sich als die Fortsetzung der inneren Sacculusauskleidung ergibt.

Ich war nie im Stande, und es lag auch, wie schon erwähnt, ausserhalb der Grenzen dieser Studie, den ductus in seinem weiteren Verlaufe nach oben zu verfolgen. Hasse in seiner Arbeit über die Lymphbahnen des inneren Ohres der Wirbelthiere (1873) giebt an, dass die betreffende Röhre „bis zur apertura aquaeductus vestibuli des Gehäuses emporsteige und frei in die Schädelhöhle zwischen Dura und Gehirnhülle, seitwärts vom Hinterhirne, rage, um daselbst einen mächtig entwickelten sacculus endolymphaticus zu bilden, der sich, bogenförmig über die Schädelbasis, unter die Gehirnbasis und hinter die hypophysis wegzieht und sich mit dem der anderen Seite verbindet.“

Von jenem Organe, das die Circulation des liquor perilymphaticus ermöglicht, von dem sogenannten ductus perilymphaticus habe ich bei den Batrachiern nur das Einmündungsstück in das cavum perilymphaticum auffinden können. Es stellte dies eine ganz kurze Röhre mit kreisrunder Oeffnung dar (Taf. XL, Fig. 6 und 8), welche an der lateralen Wandung der pars inferior gelegen ist und nach oben durch die pars initialis, nach unten durch die pars basilaris, nach der einen Seite durch das frontale Verbindungsstück des Utriculus und nach der anderen von dem oberen Abschnitte der lagena begrenzt wird; an einzelnen Präparaten haftete zuweilen noch ein etwas längeres Stück dieser cylindrischen Röhre, was ich in den Zeichnungen durch die schärfere Schattirung des betr. Loches deutlich zu machen versucht habe, aber stets, auch bei der vorsichtigsten Herausnahme des häutigen Labyrinthes, war der übrige Theil des ductus abgerissen. Die Wandungen dieser kurzen Röhre sind ungemein dünn und stets von einer Fortsetzung der Periostauskleidung des knöchernen Gehäuses umhüllt. Auch für den ductus perilymphaticus hat Hasse den weiteren Verlauf des Kanalrohres dahin bestimmt, dass dasselbe bis zum Umfange des foramen jugulare sich erstreckt, und „dass die Perilymphe einmal durch die Doppelröhre des cavum perilymphaticum und des saccus perilymphaticus in ein peripherisches Lymphgefäss und dann, wie bei den übrigen Amphibien, indirect in das cavum epicerebrale abfließen kann.“

c. Nervus acusticus.

Ich habe es in dieser Arbeit vorgezogen, die Ausbreitung des Gehörnerven am häutigen Labyrinth in einem besonderen Kapitel und im Zusammenhange zu schildern; und dies aus zwei Gründen: einerseits ist die Art und Weise der Nervenendigung, die feineren Details des nervösen Endapparates im Hörorgane, noch immer der Gegenstand zahlreicher Controversen und vorzugsweise um seiner willen habe ich diese Untersuchungen angestellt; andererseits glaube ich durch eine gemeinsame Schilderung aller Nervenendstellen am besten jene zahllosen Wiederholungen umgehen zu können, die, bei der gleichartigen Textur der maculae und cristae acusticae in den gesonderten Beschreibungen einer jeden einzelnen Endstelle des Hörnerven, bei den früheren Autoren in so störender, um nicht zu sagen, oft überflüssiger Weise bemerkbar sind.

Der nervus acusticus des Frosches tritt, von der Schädelhöhle her, durch den meatus auditorius internus als ein verhältnissmässig dicker Nervenstamm und theilt sich, noch ehe er direct an die mediane Wandung des Gehörbläschens tritt (Taf. XL Fig. 10), in zwei Hauptäste, den stärkeren Ramus vestibularis und den weniger dicken Ramus cochlearis. Von ersterem zweigt sich der nervus sacculi, der nervus utriculi und die beiden Zweige für die sagittale und horizontale Ampulle ab; der ramus cochlearis theilt sich ebenfalls in 4 Zweige: den nervus lagenae, n. partis initialis, n. partis basilaris und n. ampullae frontalis.

Die durch den Gebrauch sanctionirten Bezeichnungen „ramus vestibularis und cochlearis“ für die beiden Hauptäste des acusticus der Batrachier, und der Amphibien überhaupt, charakterisiren keine so scharfe Scheidung, wie dies bei den höheren Wirbelthieren der Fall ist, bei denen der Vorhofsnerv nur Theile des Vorhofes, der Schneckennerv nur Theile der Cochlea versorgt. Es muss im Gegentheil bei den Amphibien juns auffallen, dass der r. vestibularis einen Zweig zum sacculus und der r. cochlearis einen solchen zur Ampulla frontalis entsendet.

Die Masse des acusticus, in seinem Stamme sowohl wie in seinen einzelnen Zweigen, besteht aus starken, doppelt contourirten Fasern von verschiedener Stärke und aus grossen Ganglienzellen, die mir meist bipolar zu sein schienen und die ohne regelmässige Anordnung zwischen den Nervenfasern eingelagert sind. Fasern

und Ganglien liegen so wirr durcheinander, dass es unmöglich ist, die Ganglienmasse von derjenigen der Fasern zu scheiden. Die einzelnen Hauptstämme des Hörnerven sind von einer Membran umgeben, welche dem homogenen „Spindelknorpel“ des häutigen Labyrinthes analog ist, denn auch in ihr finden wir Spindelzellen mit zwei in entgegengesetzter Richtung verlaufenden Ausläufern. Ausserdem umgiebt eine röhrenförmige Fortsetzung des Periostes den Nervenstamm und lässt sich diese letztere zweite Umhüllung bis zu den Stellen verfolgen, wo die einzelnen Nervenstämmchen in die Knorpelwandung der betreffenden Labyrinthabschnitte eintreten. Gleich nach seinem Eintritt in die Substanz der einzelnen Organe spaltet sich der Nerv in eine grössere Anzahl von kleineren Zweigen, deren einzelne Fasern wiederum selbständig, die eine ganz isolirt von den andern, weiter verlaufen. Während die verschiedenen Nervenfasern vorher aus Schwann'scher Scheide, Myelin und Axencylinder bestanden haben, verlieren sie bald nach ihrem Eintritt in die Knorpelmasse Markscheide und Umhüllungsmembran, und es dringt blos der nackte Axencylinder in das Hör-epithel der maculae und cristae ein. Nur in dieser eben geschilderten Art und Weise habe ich den peripheren Verlauf der doppelcontourirten Nervenfasern beobachten können; an keiner Stelle sah ich am blassen Axencylinder Spuren einer zarten Umhüllung (Taf. XLIII Fig. 38, 39 und 41). Hasse erwähnt, an einem Zerzupfungspräparate des Nervendurchtrittes in der Vogelschnecke, den allmählichen Uebergang einer durch Osmiumsäure dunkel gefärbten Nervenfasern in den Axencylinder gesehen zu haben und giebt an, dass hiebei die Marksubstanz immer spärlicher wurde und dass die äussere Linie der Umhüllungsmembran sich ohne Unterbrechung längs des blassen Axencylinders weiter verfolgen liess.

Nach seinem Eintritt in das Zellenpolster der Hörflecke und Hörleisten verläuft der Axencylinder ohne Theilung weiter und steigt entweder direct zu den einzelnen Zellen empor, oder verläuft eine Strecke weit quer zwischen den beiden Zellschichten, kreuzt und verbindet sich mit anderen analog verlaufenden feinsten Fasern. Hiedurch entsteht ein weitmaschiger intraepitheliärer Nervenplexus (Taf. XLIII Fig. 41), von dem aus dann die einzelnen Axencylinder ihren Endverlauf gegen die Oberfläche der Macula acustica in der später zu beschreibenden Weise nehmen. Ich muss

jedoch erwähnen, dass es mir nicht gelungen ist, scharf und deutlich zu erkennen, ob die einzelnen Axencylinder sich direct mit einander verbinden oder ob dieselben bloß untereinander sich kreuzen, mit anderen Worten, ob wir es hier, im Sinne Hoyer's, mit einem Nervenetze oder mit einem Nervenplexus zu thun haben. — Diese Verhältnisse in der Nervenverzweigung kehren in allen Theilen des Froschlabyrinthes wieder und ich muss hier ausdrücklich hervorheben, dass nicht bloß die eben angegebenen Verhältnisse, sondern auch die übrigen Details des Nervenapparates, für alle Theile des Gehörbläschens, ob Vestibulum oder Cochlea, stets und genau die nämlichen sind.

Halten wir auch hier die oben angenommene Theilung des häutigen Labyrinthes in eine pars superior und inferior fest, so werden wir in erster Linie die Zweige des Acusticus schildern müssen, welche zum Vestibulum gehen. Es sind dies der nervus utriculi und die zu den drei Ampullen tretenden Zweige.

Der ramus vestibularis nimmt in der Richtung der beiden zusammenliegenden Ampullen seinen Verlauf und liegt in einer leichten Furche am unteren Theile der medianen Utriculuswand; er entsendet zuerst einen starken Ast nach abwärts an den Sacculus, weiterhin einen zweiten an den recessus utriculi und spaltet sich schliesslich in seine beiden Endzweige, von denen der eine an die Unterfläche der sagittalen, der andere an die der horizontalen Ampulle tritt.

Der Nervus utriculi tritt als kurzer, dicker Nervenzweig an die untere Wand des recessus utriculi, durchbohrt dieselbe und breitet sich am Boden des betreffenden Hohlraumes in der macula acustica utriculi aus. Das an der unteren Utriculuswand um den Nerveintritt herum gelegene Periost enthält zahlreiche Pigmentmassen, wie wir dies an allen Theilen des Labyrinthes beobachten können, an welchen Nervenaustrittungen Statt haben. Der Nerv durchbohrt in schräger Richtung die Knorpelwand, strahlt in eine Menge grosser und kleiner Bündel aus, aus welchen die einzelnen Fasern hervorgehen. Letztere steigen gegen den inneren Knorpelrand in die Höhe, und zwar eine jede für sich, ganz gesondert von den anderen, verlieren ihr doppelt contourirtes Aussehen und nur der allein übrig bleibende feine, blasse Axencylinder durchbohrt den Basalsaum, um in die Epithelmasse der Macula einzudringen. Ich habe nie, weder im Utriculus, noch in den anderen

Labyrinthabschnitten, ein schlingenförmiges Umbiegen der Nervenfasern in der Knorpelwandung gesehen, wie dies einige Autoren angeben; stets geht der Axencylinder direkt aus der Faser hervor und wendet sich dann, meist in gerader Linie, nach oben zum Basalsaume.

Die *macula acustica utriculi* nimmt nahezu den ganzen Boden des recessus ein (Taf. XLII Fig. 36), und stellt eine halbmondförmige Erhabenheit von leicht gelblicher Farbe dar, die von dem umliegenden Epithel aus allmählig aufsteigt, um in ihrem Mittelpunkt die grösste Höhe zu erreichen. Von der Fläche betrachtet kann man an derselben, und schon bei schwacher Vergrösserung, rundliche Epithelien unterscheiden; bei stärkerer Vergrösserung sieht man grössere Kreise neben einander liegen, in deren Centren ein kleiner, glänzender Punkt liegt (Taf. XLII Fig. 37). Die zwischen diesen rundlichen Zellen befindlichen Zwischenräume sind ungemein klein und scheinen vollständig leer zu sein. Auf Querschnitten erst gewinnen wir eine richtige Einsicht in die Anordnung und Form der Maculaelemente und sind es zwei verschiedenartige Zellenformen, die in zwei Schichten über einander gelagert sind. Es sind dies die auf der Knorpelwandung aufsitzende Basalzellenschichte und die auf letzterer ruhende Schichte der Cylinderzellen. Die Zellen der ersteren nennt Hasse „Zahnzellen“, während er die Cylinderzellen als „Stäbchenzellen“ bezeichnet. Ich finde es praktischer, die ältere Bezeichnung von M. Schultze für diese Gebilde beizubehalten, wie ich dies auch für die Untersuchungen der Knochenfische gethan habe.

Die Basalzellen sind runde, kernhaltige Elemente, die unmittelbar auf dem Basalsaume der Knorpelwand ruhen und in regelmässiger Anordnung fast ganz dicht neben einander liegen (Taf. XLV Fig. 64 f.; Taf. XLIII Fig. 38, 39 und 42). Sie bilden nur eine einzige Lage von Zellen, und sind durch eine fein granulierte Masse einerseits von dem Basalsaume, anderseits von den über ihnen liegenden Cylinderzellen getrennt. Zuweilen dehnt sich diese granulierte Masse bis in die Interstitien der Cylinderzellen aus. Durch Osmiumsäure wird sie viel weniger dunkel gefärbt, als die nervösen Cylinderzellen. Paul Meyer¹⁾, der diese Gebilde

1) Etudes histologiques sur le labyrinthe membraneux chez les reptiles et les oiseaux. Strasbourg 1876.

im Labyrinth der Reptilien und Vögel unter gleichen Verhältnissen und Formen beobachtet hat, hält sie für bloße Kerne und konnte keine Zellenmembran an ihnen nachweisen; ich war gleichfalls nicht im Stande bei den verschiedensten Färbungsmethoden einen Protoplasmamantel zu finden; dagegen sah ich zu wiederholten Malen deutliche Kernkörperchen in diesen Kerngebilden. Sie dürften desshalb als die sogenannten „Kornzellen“ Waldeyer's¹⁾ aufzufassen sein, die nach diesem Autor grosse Kerne darstellen mit Spuren von Protoplasma. Niemals fand ich an diesen Basalzellen jene nach oben zwischen die Cylinderzellen hineinragenden Fortsätze, wie dies Hasse von seinen „Zahnzellen“ beschreibt.

Auf der Basalzellenschichte ruht die Schichte der Cylinderzellen. Diese Gebilde, auch „Hörzellen“ genannt, stellen grosse, regelmässig nebeneinander gereihete Cylinderzellen dar, deren eine jede, in ihrem unteren Abschnitte, einen grossen Kern mit deutlichem Kernkörperchen besitzt. Frisch untersucht bieten diese Zellen ein klares homogenes Aussehen dar, sind von hellgelber Farbe und besitzen scheinbar gar keinen Kern. Durch Osmiumsäure dagegen werden sie intensiv braun gefärbt, bekommen ein leicht granulirtes Aussehen und ihr Kern tritt ungemein scharf hervor (Taf. XLIII Fig. 38 und 39). Ihr unteres Ende ist leicht abgerundet (Taf. XLV Fig. 63 a, c, und 64 e, f), andere Male, besonders an Zerzupfungspräparaten, spitzt sich dasselbe etwas zu (Taf. XLIII Fig. 41; Taf. XLIV Fig. 63 b und 64 h) und häufig sieht man noch an diesem spitzen Ende einen feinen fadenförmigen Fortsatz hängen (Taf. XLIV Fig. 63 a, b und 64 e, h), der die gleiche dunkle Färbung besitzt, als die Zelle selbst. Die obere Fläche der Cylinderzellen ist quer abgestumpft und von einer dünnen Cuticularmembran überzogen, aus welcher ein ziemlich dickes, zuweilen auch mehrere feine Haare hervorgehen (Taf. XLIV Fig. 63 c, d und 64 e, f). Auch hier bei den Batrachiern konnte ich mich überzeugen, wie ich dies schon für die Fische angegeben, dass mehrere feine, haarförmige Gebilde von der Oberfläche der Cylinderzellen abgehen, und wenn die meisten Autoren nur von einem einzigen dicken Haargebilde in diesen Zellen sprechen, so muss dies einzig und allein auf die Wirkung der Reagentien und besonders auf die Wirkung der Osmiumsäure zurückgeführt werden;

1) Hornhaut und Schnecke. — Stricker's Handbuch 1870.

durch diese chemischen Substanzen verkleben mehrere, meist alle feinen Haare und es hat alsdann den Anschein, als ob die Zelle nur mit einem einzigen an der Basis verdickten Haare versehen sei (Taf. XLIII Fig. 41). Bei der grossen Vergänglichkeit dieser Gebilde ist es schwer, ihre wirkliche Länge anzugeben; meist sind sie ganz kurz abgebrochen und nie habe ich bei den Amphibien so lange Bildungen beobachtet, wie ich dies für die Fische (l. c. Taf. XIX Fig. 26) angegeben.

Das Verhalten der feinsten Nervenfasern zu dem Epithel der Macula lässt sich bei den Fröschen, wie auch bei allen anderen Amphibien, viel leichter erkennen als dies bei den Fischen der Fall ist. Es wäre überhaupt hervorzuheben, dass, im Verhältniss zu den enormen Schwierigkeiten, welche sich bei dem morphologischen Studium des Amphibienlabyrinthes uns entgegenstellen, die Erkenntniss der histologischen Struktur dieser Theile und speciell des nervösen Endapparates relativ geringere Mühen verursacht.

Der durch den Basalsaum durchgetretene nackte Axencylinder zieht an den Basalzellen vorüber, sei es in deren Zwischenräumen, sei es über oder unter denselben, und steigt an vielen Stellen direct in die Höhe, um sich entweder an das untere Ende einer Cylinderzelle anzusetzen (Taf. XLIII Fig. 38, 39 u. 42), oder in deren Interstitien einzudringen und an der Oberfläche derselben frei zu enden. Ebenso häufig als dieses Verhalten des directen Verlaufes zur Hörzelle oder in deren Interstitien, sehen wir den feinen Axencylinder zwischen Basal- und Cylinderschichte quer umbiegen und mit anderen, ebenfalls quer verlaufenden, feinsten Nervenfasern sich kreuzen, eventuell sich verbinden; hiedurch entsteht ein sogenannter intraepithelialer Nervenplexus eventuell Netz, (Taf. XLIII Fig. 41) worüber, wie erwähnt, ich zu keiner definitiven Entscheidung gelangen konnte, und aus welchem dann wiederum die feinen Fasern emporsteigen und sich in gleicher Weise, wie eben geschildert, entweder an das untere Zellenende sich ansetzen, oder in deren Interstitien sich legen. Wir können demnach bei diesen Thieren einen zweifachen Modus der letzten Nervenendigung feststellen; einmal direct am unteren Ende der Hörzelle oder in den Zwischenräumen der einzelnen Cylinderzellen i. e. auf der freien Maculaoberfläche.

Bei den Amphibien war es mir unmöglich, jene von M.

Schultze¹⁾, Retzius²⁾ und mir bei den Fischen, von Ebner³⁾ bei den Vögeln gefundenen Fadenzellen zu sehen, die gleichsam das Zwischenglied zwischen Nervenfasern und deren Endigung an den Cylinderzellen vorstellen. So häufig ich bei den Fischen jene ovalen Zellgebilde, auf Durchschnitten sowohl wie bei Zerzupfungen, beobachtet habe und in der jüngsten Zeit, der Controle halber, sie von Neuem bestätigen konnte, mit eben so grosser Gewissheit kann ich dieselben für die Amphibien in Abrede stellen. Es muss deshalb daran gedacht werden, dass diese Elemente bei den niedrig stehenden Fischen vorhanden sind, bei den höheren Vertebraten dagegen spurlos verschwinden. Rechnen wir bei den Teleostiern die Fadenzellen weg, so ist der Endverlauf der feinsten Fasern ganz derselbe wie bei den Amphibien.

Die von einzelnen Autoren aufgestellte Ansicht, als seien die Haarbildungen an der Oberfläche der Hörzellen die letzten Ausläufer der feinsten Nervenfasern, muss auch für die Amphibien zurückgewiesen werden und dies aus demselben Grunde, wie bei den Fischen, weil eben mehrere feine Härchen und nicht, wie jene Autoren angenommen, nur ein einziges vorhanden ist. Ferner muss berücksichtigt werden, dass bis jetzt noch Niemand ein Durchlaufen des Axencylinders durch Kern und Cylinderzelle gesehen hat. Wenn ich auch ein einziges Mal bei den Fischen die an das untere Hörzellenende sich ansetzende feinste Nervenfasern mit aller Bestimmtheit bis in den grossen runden Zellkern verfolgen konnte (l. c.), und ein ähnlicher Befund mir auch beim Frosche aufgestossen ist (Taf. XLIV 63a), so muss ich doch die Frage von dem weiteren Verlaufe des Axencylinders im Inneren der Hörzelle noch offen lassen. Ich kann es mir jedoch nicht versagen, an diesem Orte auf die Fig. 38, 39 und 42 der Taf. XLIII hinzuweisen, wo durch einzelne Cylinderzellen hindurch bis zur freien Oberfläche die feinste Nervenfasern ihren Endverlauf nimmt; trotzdem wird ein Jeder, der die schwierige Beurtheilung derartiger Verhältnisse bei so starken Vergrösserungen kennt, meine Scrupel würdigen, wenn ich noch weitere Beweise verlange, ehe ich den directen Verlauf des Axencylinders durch die ganze Zelle als erwiesen betrachten soll.

1) Müller's Archiv 1862.

2) Retzius: Anatomische Untersuchungen. Stockholm 1872.

3) v. Ebner: med.-naturwissenschaftl. Verein. Innsbruck 1876.

Einen weiteren seltenen Befund an den letzten Endstellen der Nervenfasern muss ich hier noch anführen. An einem Durchschnitte der *crista ampullae sagittalis* vom Frosche (Taf. XLIII Fig. 39) und auch im *Utriculus* u. s. w. (Taf. XLIII Fig. 38 und 42) sah ich die in die Interstitien der Cylinderzellen eintretende Nervenfasern sich in einer ziemlich breiten, zapfenförmigen Bildung verlieren und vollständig als Fasern verschwinden. Die Färbung dieser kegelförmigen Zapfen war an den Osmiumpräparaten eine ganz gleiche als die der Cylinderzellen selbst. Gehört diese Bildung der Nervenendigung an, oder stellt sie bloß eine dünne Protoplasmaschicht vor, die durch das Reagens dunkler und compacter geworden und in welcher der Axencylinder nicht mehr zu Tage tritt?

Die gesammte Oberfläche des Nervenepithels wird von einer Deckmasse überzogen, die sehr deutliche mit der Oberfläche der *macula* parallel verlaufende Streifen zeigt und durch welche die einzelnen Haare hindurchtreten (Taf. XLIII 38, 40 u. 41).

Auf der in so complicirter Weise zusammengesetzten *macula utriculi* liegt eine Otolithenmasse, die jedoch in ihrem Volumen mit der mächtigen Kalkmasse der *macula sacculi* sich nicht vergleichen lässt. An den mit CrO_3 oder OsO_4 behandelten Labyrinth, die noch im knöchernen Gehäuse eingeschlossen sind, sieht man im *Utriculus* entweder gar keine oder in ganz seltenen Fällen nur geringe Spuren einiger Kalkkrystalle auf der *Macula*oberfläche haften (Fig. 43 Taf. XLIII). Bei der noch so vorsichtigen Präparation des frischen häutigen Labyrinthes ist eine Zerrung der Theile nicht zu vermeiden, und sie genügt, um kleinere Partien der leicht zerfließbaren Steinmasse des *Sacculus* in die verschiedenen Theile des Labyrinthes hineinzuschwimmen und dann ist es eben schwer zu sagen, ob wir es im *Utriculus* mit eigenen Krystallmassen zu thun haben oder mit Bildungen aus dem Steinsacke. Jedenfalls ist eine solche Otolithenmasse, wenn überhaupt zugegen, nur im allerbescheidensten Maasse vorhanden. Dagegen lässt sich mit Bestimmtheit im *recessus utriculi* ein Cuticularegebilde nachweisen, das auf dem Nervenepithel resp. den Haaren der *macula* gelegen ist und welches wir als *membrana tectoria* bezeichnen können. Im frischen Zustande stellt dasselbe eine dünne, glashelle und structurlose Membran dar, an welcher man, besonders an Osmiumpräparaten, bei starker Vergrößerung zahlreiche grössere und kleinere runde

Hohlräume beobachtet. In der Fig. 44 Taf. XLIII waren am Rande des betreffenden Präparates noch einzelne Cylinderzellen in den Hohlräumen haften geblieben.

Nachdem der *ramus vestibularis* den *nervus utriculi* abgegeben hat, theilt er sich in seine beiden Endzweige, von denen der eine zur *Ampulla sagittalis*, der andere zur *Ampulla horizontalis* tritt.

Der zur sagittalen Ampulle ziehende *nervus ampullae sagittalis* spaltet sich in zwei Nervenbündel, die sich an der Unterfläche des Organes in den dort befindlichen *Sulcus transversus* legen (Taf. XLII Fig. 30), die Knorpelsubstanz durchbohren und in die am Boden des Innenraumes gelegene *Crista acustica* eindringen. Letztere stellt einen queren faltenartigen Knorpelwulst dar, welcher in der Mittellinie des Ampullenbodens gelegen ist und von der einen Seite zur anderen zieht. Im Centrum erreicht die *Crista* ihre grösste Höhe und fällt von da aus allmählig nach den Seiten ab, um schliesslich an den Seitenwandungen wieder etwas in die Höhe zu steigen (Taf. XLII Fig. 32). Sie besitzt an ihren beiden Enden eine vollkommen symmetrische Gestalt, was besonders auf Längsschnitten deutlich hervortritt, an denen auch ihre stark in die Höhe ragende Mitte und ihr allmähliges Abfallen gegen die Seitenwandungen gut zu beobachten ist (Taf. XLII Fig. 30). Die Knorpelsubstanz der *Crista* setzt sich gegen das Nervenepithel durch einen feinen Basalsaum ab (Taf. XLII Fig. 33).

Die beiden in den Boden der Ampulle eingedrungenen Nervenweige zerfallen in mehrere Nervenbündel, die sich dann unterhalb des Basalsaumes in einzelne doppelcontourirte Fasern spalten, von denen der feine Axencylinder ausgeht. Die Art und Weise, wie letzterer sich weiterhin verhält, nachdem er den Basalsaum durchbohrt hat, stimmt in allen ihren Details mit jenen Verhältnissen, die wir bei der Schilderung des *nerv. utriculi* beschrieben haben.

Der zweite Endast des *ramus vestibularis* begiebt sich zur *Ampulla horizontalis*; er verläuft ungetheilt an der der sagittalen Ampulle zugewandten Seitenfläche des Organes (Taf. XLII Fig. 30), geht an derselben hoch hinauf und reicht nur bis an den Boden der Ampulle. Die *crista ampullae horizontalis* nimmt demnach nur die betreffende eine Seitenwand ein und ist völlig unsymmetrisch. Ihre geringste Dicke besitzt sie am Boden und

wird dann stets dicker und höher, je mehr dieselbe an der Seitenwandung emporsteigt.

Ich reihe hier die Beschreibung des *nervus ampullae frontalis* an, erstens wegen der Gleichartigkeit seiner Verzweigung und zweitens um die Nervenversorgung der *pars superior* zu Ende zu führen. Der frontale Ampullennerv entstammt dem *ramus cochlearis* und stellt dessen Endzweig dar. Gleich wie Form und Bau der *Amp. frontalis* mit dem der *Amp. sagittalis* identisch ist, so ist auch Form, Grösse, Nerveneintritt und Verzweigung ganz analog dem für den *nerv. amp. sagittalis* angegebenen. Das einzige Auffallende bei der Nervenversorgung dieser den Vorhofsgebilden zugehörigen Ampulle liegt in dem Umstande, dass der Nerv dem Bereiche des Schneckenerven angehört.

Die drei Ampullen i. e. deren *crisae* bieten, in der Zusammensetzung und Anordnung des Nervenepithels, wie auch in der letzten Endigung des Axencylinders genau jenes Bild dar, wie wir es für die Elemente der *macula utriculi in extenso* beschrieben haben. Die vom Nervenepithel bedeckten *crisae acusticae* der sagittalen und frontalen Ampulle zeigen auf einem Durchschnitte ihre höchste Erhebung in der Mitte und flachen sich nach den Seiten hin mehr und mehr ab; die *crista* der horizontalen Ampulle dagegen ist am Boden niedrig (Taf. XLII Fig. 32), erhebt sich, nach der Seitenwandung zu, immer mehr und besitzt oben eine ganz steile in das Lumen der Ampulle weit hineinragende Form (Taf. XLII Fig. 34).

Basalzellen wie auch die Cylinderepithelien der Gehörleisten besitzen die gleichen Charaktere in Bezug auf ihre Grösse, Farbe und Form (Taf. XLV Fig. 63 a, b und Fig. 64 e), wie im *Utriculus*; auch die auf der Oberfläche der *crista* sitzenden Haargebilde erscheinen mir nicht feiner, noch länger als im *recessus utriculi*.

Die Oberfläche der *crista* ist von zwei verschiedenartigen Cuticularbildungen überzogen; erstens von einer einfachen, dünnen und strukturlosen Cuticularmembran (Taf. XLIII Fig. 38 und 39), und zweitens von der sogenannten *Cupula terminalis* (Taf. XLII Fig. 33, 34 und 35). Die letztere schliesst die Gehörleiste nach dem Binnenraume der Ampulle ab. Sie wurde bekanntlich zuerst von Lang ¹⁾ bei den Cyprinoiden gesehen, seitdem mehrfach auch

1) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. 1863.

bei anderen Vertebraten bestätigt, in letzter Zeit aber von Hensen ¹⁾ wiederum geleugnet.

Wir haben sie bei den Teleostiern (l. c.) sehr häufig beobachtet und die Beschreibung, welche wir hievon gegeben haben, stimmt in allen ihren Einzelheiten mit den Erfahrungen, die wir bei den Amphibien und speciell bei den Batrachiern in Bezug auf dieses Gebilde gemacht haben. An frischen Präparaten ist dieselbe in situ schwer zu erhalten; sie fällt meist ab, ist ausserdem völlig durchsichtig und deshalb leicht zu übersehen. An Chromsäure- und Osmiumpräparaten lässt sie sich mit aller Bestimmtheit nachweisen, wenn auch ihre Form durch diese Reagentien häufig beeinträchtigt wird (Taf. XLII Fig. 32 und 34). Im gut erhaltenen Zustande (Taf. XLII Fig. 33 und 35) stellt sie eine die Crista bis zu den äussersten Grenzen bedeckende Kuppel dar, die nahezu bis zur halben Ampullenhöhe emporsteigt; ihre auf der Crista aufruhende Basis entspricht ihrem grössten Breitendurchmesser, ihre Dicke resp. Tiefe ist bei weitem nicht so beträchtlich. Nach oben zu wird sie immer schmaler und von ihrem abgerundeten convexen Scheitel fällt sie nach den Seiten hin allmählig ab. Ihre concave Basis entspricht genau der oberen Cristawölbung und sie liegt derselben fest auf.

Die cupula besteht aus einer schleimigen Substanz von halbfester Consistenz, ist glashell und fast durchsichtig. Schon bei schwacher Vergrösserung erkennt man an der durch OsO₄ erhärteten Substanz feine Streifen, die den dicht an einander liegenden, vertical verlaufenden feinen Fasern entsprechen, aus denen die cupula zusammengesetzt ist.

Abgesehen davon, dass es doch hie und da an frischen Präparaten gelingen müsste, in integro eines oder mehrere jener langen Haare zu sehen, auf deren Zusammenkleben Hensen neuerdings die künstliche Bildung der cupula zurückführt, scheint mir vor allen Dingen der Umstand für die selbständige Existenz dieses Organes zu sprechen, dass man an gefärbten (Hämatoxylin) Präparaten neben einer regelrecht geformten und mit der crista zusammenhängenden, gut tingirten cupula zuweilen auch gut entwickelte Haare auf der Oberfläche der Cylinderzellen sieht und die sich, gegenüber der gefärbten Cupulasubstanz, als borstenför-

1) Archiv für Anatomie und Entwicklungsgeschichte. 1878.

mige Gebilde durch ihr helleres, nicht gefärbtes Aussehen sehr deutlich abheben (Taf. XLII Fig. 35). —

An den der pars inferior zugehörigen Abschnitten des Gehörbläschens haben wir ebenfalls vier Nervenendstellen zu unterscheiden: den nervus sacculi, n. lagenae, n. partis initialis und schliesslich den nervus partis basilaris.

Der nervus sacculi ist jener starke Zweig des ramus vestibularis, der, bald nach dessen Abzweigung vom Hauptstamme des n. acusticus, nach abwärts zur medianen Knorpelwand des Steinsackes zieht, hier sich fächerförmig ausbreitet (Taf. XLIV Fig. 47), und schräg in die Knorpelwand eintretend, in eine Menge grösserer oder kleinerer Bündel zerfällt (Taf. XLIV Fig. 51), aus welchen dann, in ganz analoger Weise wie im recessus utriculi, die blassen Axencylinder hervorgehen und durch den Basalsaum in das Innere der Maculaelemente eintreten. Die an der Innenwand des knorpeligen Sackabschnittes gelegene macula acustica sacculi hat eine länglich runde, schalenförmige Gestalt und nimmt nahezu die ganze centrale Breite der knorpeligen Steinsackwandung ein (Taf. XLIV Fig. 52). Form und Grösse der einzelnen Nervenepithelien, aus denen die macula zusammengesetzt ist, differirt in Nichts von denen der macula utriculi und der crista ampullae.

Auf der Oberfläche der macula liegt jene grosse Otolithenmasse, die uns durch ihre helle Färbung bei der Eröffnung des Labyrinthgehäuses entgegenleuchtet.

Im frischen Zustande stellt dieselbe eine milchig weisse, leicht zerfliessbare und ziemlich voluminöse Masse dar, die sich manchmal, an stark in Alcohol gehärteten Präparaten, als eine rundliche steinige Masse in toto aus dem Sackraume herausnehmen lässt. Die microscopische Untersuchung des Kalkbreies ergibt kleinere und grössere nadelförmige Krystalle von kohlsaurem Kalk (Taf. XLIII Fig. 45). Neben demselben findet man bei der chemischen Analyse auch noch kleinere Mengen von phosphorsaurem Magnesia. Die verschiedenen Reagentien, Osmiumsäure, Chromsäure u. s. w. welche zur Härtung resp. zur Entkalkung der Labyrinthkapsel nothwendig sind, lösen die Otolithen fast immer so vollständig auf, dass ich nie im Stande war, jene Beobachtung einer die Otolithenmasse zusammenhaltenden Membran, wie sie Deiters gemacht hat, zu bestätigen; an den in Alcohol erhärteten und dadurch im Zu-

sammenhang gebliebenen Otolithenmassen will Hasse zuweilen Reste einer klaren, strukturlosen, gallertigen Bindemasse isolirt haben, ähnlich wie aus der Lagena der Vögel. Aus den voluminösen Steingebilden der Teleostier war ich seiner Zeit im Stande, durch Ausziehen mit Holzessig, eine deutlich gefaserte, elastische Grundsubstanz darzustellen (Arch. f. mikrosk. Anatomie Bd. XIV. Fig. 37 Taf. XX). Nichts derartiges gelang mir, bei den verschiedensten Versuchen, mit den Otolithen der Batrachier. Ein einziges Mal nur beobachtete ich im Sacculus von *Siredon pisciformis* ein Gebilde, dessen Verhalten einige Analogien mit den Beobachtungen Hasse's aufzuweisen hatte. Die Kalkmasse des Otolithen war durch Ausziehen mit schwacher Cr O_3 vollständig verschwunden und eine dünne, membranartige structurlose Masse war im Sackraume zurückgeblieben, deren unversehrte Form und Grösse in Taf. V Fig. 54 wiedergegeben ist. An einer durch leichten Druck etwas dünner, gewordenen Kante des betreffenden Präparates sah man bei stärkerer Vergrößerung kleinere und grössere blasenförmige, runde Hohlräume, die in zahlloser Menge die strukturlose Substanz durchsetzten. Ein ähnliches Gebilde haben wir auch im Utriculus kennen gelernt; auch bei den Fischen existirt eine solche Membran und wurde dieselbe als eine zwischen Macula und Otolith gelegene Bindemasse angesehen.

Der ramus cochlearis giebt, kurz nach seinem Abgange vom Hauptstamme, nach unten den nervus lagenae, weiterhin nach oben den nervus part. initialis und hierauf den n. partis basilaris ab, um schliesslich als n. ampullae frontalis zu endigen. Da letzterer schon bei den Nerven der pars superior berücksichtigt wurde, so bleibt uns nur noch übrig, die zur eigentlichen Cochlea gehörigen anderen Zweige des ramus cochlearis und ihre Endausbreitungen zu schildern.

Der in erster Linie vom ramus cochlearis sich abzweigende nervus lagenae tritt als ungetheilter Nervenzweig in der Richtung nach unten an die mediane Fläche der lagena, breitet sich fächerförmig an derselben aus (Taf. XL Fig. 7 und 8; Taf. XLV Fig. 55) und geht eine kleine Strecke weit auf die laterale Wand des Organes über (Taf. XLI Fig. 16).

Vor seinem Eintritt in die Wandung des Organes theilt sich der Nerv in zahlreiche kleine Bündel (Taf. XLIV Fig. 48), die dann in die Knorpelsubstanz eindringen und hier als doppelcon-

tourirte Fasern bis unter den Basalsaum verlaufen. Aus diesen feinen Fasern geht der blasse Axencylinder hervor, der, meist in senkrechter Linie, den Basalsaum durchbohrt und in das Nervenepithel eindringt. Die an der Innenfläche der medianen Wand gelegene crista lagenae nimmt, der ausgedehnten Ausbreitung des Nerven entsprechend, nahezu die ganze Breite des Organes (Taf. XLIV Fig. 48) ein; an ihren Rändern geht das Nervenepithel allmählig in ein cylindrisches und später in das gewöhnliche Plattenepithel über.

Auf der in analoger Weise, wie die beschriebenen *Maculae utriculi*, *sacculi* u. s. w., zusammengesetzten *crista lagenae* (Taf. XLIII Fig. 40) liegt nach Hasse eine durchsichtige, structurlose homogene Membran, die auf Querschnitten leicht gestreift ist. „Diese Streifung hält genannter Autor für den Ausdruck blind geschlossener Kanäle, in welche die Härchen der Cylinderzellen hineinragen, und da diese kürzer sind und mehr einen geraden parallelen Verlauf haben, so ist die Membran auch mehr parallel gestreift.“ In dem Gefüge dieser Membran will Hasse zuweilen einzelne Otolithen gefunden haben, lässt es aber dahingestellt sein, ob dieselben nicht aus dem Sacculus herausgeschwemmt worden waren. Deiters glaubt, dass die Lagenahöhle mit Flüssigkeit gefüllt sei, weil man in ihr keine Otolithen finde. Ich muss gestehen, dass es mir nie gelingen wollte, weder Otolithen noch eine *Membrana tectoria* in diesem Organe aufzufinden und muss ich mich deshalb bis auf Weiteres den Angaben Hasse's anschliessen.

Der auf den *n. lagenae* zunächst folgende Zweig des *ramus cochlearis* ist der *nervus partis initialis cochleae*; er geht von der oberen Fläche des Schneckenerven als ein kräftiger Stamm ab, wendet sich erst in die Tiefe und dann nach oben zur lateralen Fläche der Knorpelbrücke (Taf. XLV Fig. 56 und 59), verläuft auf derselben bis zum oberen Knorpelschenkel, spaltet sich hier in 2 Aeste, von denen der stärkere zur grösseren, der schwächere zur kleineren Abtheilung des Organs verläuft (Taf. XLV Fig. 59 und 61). Ein jeder dieser Zweige breitet sich in seinem Bezirke fächerförmig aus und übergreift mit seinen sich immer mehr verschmälernden Nervenbündeln, auf eine kleine Strecke weit, die beiden Seitenflächen des Organs.

Der für die grössere Abtheilung bestimmte Ast hat einen mehr geraden Verlauf (Taf. XLV Fig. 61), während der zur klei-

neren Abtheilung ziehende stark gekrümmt ist. Die zahlreichen Nervenbündel zerfallen in einzelne Fasern, welche die Knorpelwand durchbohren und in der Nähe des an der unteren Fläche des oberen Knorpelschenkels gelegenen Basalsaumes ihr doppelcontourirtes Aussehen verlieren und als blasse Axencylinder diesen Saum durchbohren, ganz in analoger Weise, wie wir dies für den Utriculus, die Ampullen u. s. w. angegeben haben.

Der Ausbreitung dieser beiden Nervenzweige entspricht die Form der an der unteren Fläche des oberen Knorpelschenkels gelegenen *crista acustica*. Bei der Krümmung der betreffenden Organwand ist es unmöglich auf Durchschnitten ein Gesamtbild der Hörleiste zu erhalten, und um so weniger, weil dieselbe an ihrer Peripherie auf die beiden Seitenwände übergreift. Am meisten lässt sie sich, was Form und Ausdehnung betrifft, mit der *crista lagenae* vergleichen (Taf. XLIV Fig. 48). In der Mitte der oberen Knorpelschenkelwandung besitzt sie ihre grösste Höhe und Breite — den Grössenverhältnissen ihrer *membrana tectoria* entsprechend (Taf. XLVI Fig. 62) — und nimmt dann allmählig in der Richtung der grösseren Abtheilung ab; nach der anderen Seite hin ist sie viel schmaler, besonders an der Stelle, wo die Knorpelbrücke liegt. Sie greift nach beiden Seiten auf die Seitenflächen über und zwar in stärkerem Grade in der kleineren als in der grösseren Abtheilung des Organs (Taf. XLV Fig. 60).

Das Nervenepithel der *crista* des Anfangstheiles der Schnecke besitzt genau die gleiche histologische Zusammensetzung wie an den schon beschriebenen anderen Abschnitten des Gehörbläschens. Zur Charakteristik dieser Verhältnisse dient ein Durchschnittsfragment der *pars initialis* von *Triton aquaticus* (Taf. XLIII Fig. 41).

Auch hier bilden die Axencylinder einen wirren intraepithelialen Plexus, und ziehen dann entweder zum unteren Ende einer Cylinderzelle oder legen sich in deren Interstitien.

Die *Cristaelemente* mit ihrer Cuticularmembran und ihren Haaren (Taf. XLII Fig. 41) werden von einer *Membrana tectoria* bedeckt (Taf. XLV Fig. 60 und 62), die schon von Deiters gesehen wurde; er glaubt jedoch, „dass sie dem Anfangstheile der Schnecke und dem Knorpelrahmen angehöre, und dass sie den Zellen der beiden Standorte vollkommen anliege, jedoch so locker, dass man niemals Spuren ihres Befestigungsortes sieht.“ Wie schon Hasse angegeben, ist dem nicht so, sondern es gehört dieses Cu-

ticulargebilde einzig und allein der pars initialis an und steht mit der pars basilaris in keiner Verbindung. Nach meinen Untersuchungen stellt sie im frischen Zustande, wie man dies zuweilen an kleinen Fragmenten derselben sehen kann, eine hellglänzende, homogene Glasmembran dar, an welcher, selbst bei starker Vergrößerung, keinerlei Streifen noch Vertiefungen oder Löcher zu erkennen sind. Dagegen sieht man an den mit Osmiumsäure behandelten, hart gewordenen Präparaten feine Streifen, die in grosser Zahl und in der mannichfachsten Anordnung die Substanz durchsetzen; am deutlichsten und zahlreichsten sind dieselben an dem der grösseren Abtheilung entsprechenden Abschnitte der Membran. An dem centralen Theile der Membran haben diese Streifen einen mehr bogenartigen Verlauf, während an der pars minor, also dem Abschnitte, der in der kleineren Abtheilung gelegen ist, nur ganz schwache Andeutungen einer Streifung in der Substanz vorhanden sind (Taf. XLV Fig. 62). Neben den Streifen sieht man zahlreiche Löcher, die ohne jegliche Ordnung in der ganzen Ausdehnung der Membran zerstreut liegen; sie besitzen verschiedene Grössendurchmesser, haben aber alle ein rundliches Aussehen (Taf. XLV Fig. 60). „Bei stärkerer Vergrößerung stellen sich die Löcher als die Mündungen von schief in die homogene Masse eingebetteten Gruben dar, die mit ihrem blindsackartigen Grunde eine Art Kuppel darstellen.“ (Hasse.) Sie wären demnach zur Aufnahme der Haare bestimmt, welche der Oberfläche der Cylinderzellen aufsitzen.

Die membrana tectoria liegt der crista in ihrer ganzen Ausdehnung auf und greift an keiner Stelle auf jene hohen cylindrischen Zellgebilde über, die in der Umgebung der Hörleiste liegen, und an denen wir keine anderen Merkmale finden konnten, als an jenen in den anderen Labyrinthabtheilungen, in der Nähe der Hörflecke, gelegenen Cylindern, die aus dem Plattenepithel sich entwickeln und um so höher werden, je mehr sie sich der crista acustica nähern. Bei den Batrachiern, wie auch den anderen Amphibienarten, habe ich niemals Spuren einer Otolithenmasse in diesem Schneckenheile auffinden können.

Zum Schlusse erübrigt uns noch die Schilderung des nervus partis basilaris. Etwas wenigens von der Stelle entfernt, wo der nerv. part. initial. vom ramus cochlearis nach oben sich abzweigt, entspringt von der unteren Fläche des Schneckenerven der ner-

vus part. basilaris (Taf. XLI Fig. 13 und 14); er tritt als ein ziemlich breiter Nervenstamm in ganz schräger Richtung an den centralen Abschnitt des Knorpelrahmens. Kurz vor seinem Ansätze an das Organ spaltet sich der Nerv in zwei, zuweilen auch drei Bündel (Taf. XLV Fig. 55, 57 und 58), die in die Knorpelmasse eintreten, in doppelcontourirte Fasern sich auflösen, um schliesslich als blasse Axencylinder den Basalsaum zu durchbohren und in ganz gleicher Weise im Nervenepithel der *crista partis basilaris* zu enden, wie an allen den bis jetzt geschilderten Nervenendstellen. Die halbmondförmige *crista* (Taf. XLV Fig. 57 und 58) liegt an der Innenfläche des centralen Kreissegmentes der *pars basilaris* und ist mit ihrer Concavität dem Hohlraume des Knorpelrahmens, mit ihrer Convexität dem Anfangstheile der Schnecke zugewendet. Ihre Breite entspricht genau der äusseren Breite des Nervenansatzes und die einzelnen Elemente der Hörleiste gehen nach der Seite hin in jene hohen Cylinderepithelien über, die zu dem Nerven in keiner Beziehung stehen und den Gebilden entsprechen, die wir in der Nähe der *macula utriculi* aus dem polygonalen Pflasterepithel der Höhlenauskleidung hervorgehen sahen. Form und Grösse des Nervenepithels ist von derjenigen dieser Gebilde in den anderen Vorhofs- und Schneckenabtheilungen nicht verschieden. Das dünne Polster der *Cristaelemente* löst sich auf guten Querschnitten leicht von der Knorpelwandung los, und es ist schwer den directen Verlauf der feinsten Nervenfasern in den Epithelien zu beobachten; an etwas dickeren Schnitten jedoch bleibt dasselbe haften und man sieht alsdann, dass die Form und Grössenverhältnisse der Cylinder und Basalzellen die gleichen sind, wie anderwärts in den Ampullen u. s. w.

Die *crista acustica* des Basilartheiles ist von einem Cuticulargebilde überdeckt, das ganz selbständig ist und zu demjenigen der *pars initialis* in gar keiner Beziehung steht. Selten findet man dasselbe im directen Zusammenhange mit dem Nervenepithel; es verschiebt sich sehr leicht und bleibt im Hohlraume des Organes liegen (Taf. XLV Fig. 55, 57 und 58); seine Form ähnelt der eines sehr niederen, abgestumpften Zuckerhutes, dessen breite Basis nach der Höhlung des Organes und dessen stumpfe abgerundete Spitze dem Nervenepithel aufruht. Im frischen Zustande stellt das Gebilde eine helle, durchsichtige, homogene Membran dar; nach Einwirkung von Cro_3 oder Os O_4 erkennt man an ihm deutliche Streifen, die vor-

zugsweise im breiteren Theile desselben gelegen sind, während an der abgestumpften Spitze eine grosse Zahl rundlicher Oeffnungen sich befindet, (Taf. XLV Fig. 57 und 58), in welchen nach Hasse die Haare der Cylinderzellen gelegen sind. Von Otholithen ist auch im Knorpelrahmen Nichts zu sehen.

B. Häutiges Labyrinth der Urodelen.

Zwischen dem einfachen Gehörorgane der Teleostier und Plagiostomen und dem oben geschilderten schon recht complicirten der Batrachier, von denen *Rana*, *Bufo* und *Hyla* mir als Typus gedient haben, giebt es Uebergangsformen, die wir in den Reihen der Urodelen zu suchen haben. Ich will in Kürze die Ergebnisse meiner Untersuchungen des inneren Ohres bei einigen mir zugänglichen Arten der geschwänzten Amphibien zusammenstellen. Auch hier habe ich auf den aufsteigenden Entwicklungsgrad der einzelnen Gruppen Rücksicht genommen und beginne deshalb mit den zu den Perennibranchiaten gehörenden *Proteus anguinus* und *Siredon piseiformis*, um mit den unter die Mycetoderen zu rechnenden *Triton* und *Salamandra* abzuschliessen.

Das knorpelig-knöcherne Gehäuse des inneren Ohres der Urodelen ist, wie bei allen höheren Wirbelthieren, an allen Seiten geschlossen. Nur zum Durchtritt des nervus acusticus und der lymphatischen Röhren finden sich einige kleine Oeffnungen in demselben. Wie bei den Batrachiern besteht das Knochengehäuse des Urodelenohres aus dem os prooticum und dem mit dem occipitale laterale verbundenen opisthoticum. An der lateralen Fläche der Ohrkapsel liegt das grosse foramen ovale s. vestibulare, welches, wie bei *Rana* u. s. w., durch die Columella verschlossen ist. An der inneren und unteren Wandung des knöchernen Cavum liegen 3 Oeffnungen, von denen die hintere rundliche das foramen rotundum, die mittlere die apertura aquaeductus vestibuli und die vordere den porus acusticus internus repräsentiren. Der Binnenraum bildet ein Mittelglied zwischen dem Labyrinthraume der Fische und dem der Batrachier. Es können an ihm einzelne Abtheilungen zur

Aufnahme der verschiedenen Labyrinthabschnitte unterschieden werden, die, wenn auch nicht so ausgeprägt, wie bei den Raniden, doch viel besser hervortreten als bei den Fischen (Hasse). Windischmann giebt schon an, dass bei Axolotl und Salamandra „für alle drei häutigen Kanäle auf kurze Strecken geschlossene knöcherne Röhren vorhanden sind“; in ihrem weiteren Verlaufe jedoch liegen dieselben, wie bei den Teleostiern, frei unter der Decke des Binnenraumes.

Von dem häutigen Labyrinth des Siredon wie auch der Salamandrinen sagt Hasse ¹⁾, „dass dasselbe auf die schönste Weise das recht einfache Gehörorgan der Fische mit dem der Frösche verknüpft und ein helles Licht auf die Homologien der complicirten Bestandtheile der Schnecke dieser Thiere wirft. Alle Grundbestandtheile, die wir bei den Teleostiern und Plagiostomen kennen, sind hier in derselben Anordnung vorhanden.“ Wir finden auch hier den Utriculus mit sinus und recessus, die drei Ampullen nebst zugehörigen Bogengängen, als Bestandtheile der Pars superior und fernerhin den Sacculus und die einzelnen Schneckenheile als Constituens der Pars inferior.

Zwischen diesen, excentrisch an der Innenwand der knöchernen Labyrinthkapsel gelegenen, Theilen und dem foramen ovale befindet sich ein cavum perilymphaticum, das von einer stark pigmentirten, periostealen Umhüllungsmembran umgeben, einen einzigen ungetheilten Raum darstellt und von einer klaren lymphatischen Flüssigkeit ausgefüllt ist. In diesem grossen perilymphatischen Raume liegt nun bei Siredon, Triton und Salamandra — bei Proteus konnte ich es niemals nachweisen — ein röhrenförmiges Gebilde, das zwischen der frontalen Ampulle und der stärksten Krümmung des horizontalen Bogenganges als offener Schlauch sichtbar ist, zum Utriculus zieht und zwischen dem frontalen Verbindungsstücke und der Einmündung des horizontalen Kanales an die laterale Wand des Sacculus tritt, um von da zwischen den zusammenliegenden Schneckenheilen hindurchzutreten und hier als grosse runde Oeffnung zu erscheinen. Hasse hat ihn weiter verfolgt und ihn durch das oben genannte foramen rotundum in die Schädelhöhle eindringen gesehen. Es ist dies der ductus peri-

1) Ueber den Bau des Gehörorganes von Siredon pisciformis. Anatom. Studien. 1873.

lymphaticus s. aquaeductus cochleae (Hasse), durch welchen der liquor perilymphaticus in die Schädelhöhle abfliessen kann. Bei Siredon hat derselbe das Aussehen eines weiten Bogenganges, bei den einzelnen Tritonarten und bei Salamandra ist er viel enger und in seiner Mitte schlingenförmig umgeben.

Nach diesen für alle Urodelen geltenden Allgemeinbemerkungen über die Form des häutigen Labyrinthes, will ich nun in aller Kürze der Momente erwähnen, die mir bei den einzelnen Gattungen der Amphibia caudata bemerkenswerth erscheinen und in so weit sich dieselben von dem allgemeinen Typus der Batrachier unterscheiden. Ich kann hier um so kürzer mich fassen, als es sich im Grossen und Ganzen meist blos um kleinere Form- und Grössenunterschiede der einzelnen Schneckenabtheilungen handelt. In Betreff der feineren Struktur des Gehörbläschens dieser Thiere und in specie der feineren Verhältnisse des nervösen Endapparates kann ich bemerken, dass hier ein in allen Einzelheiten gleichartiges Verhalten vorliegt, und demgemäss für das ganze Gehörbläschen aller Amphibien jene histologischen Details gelten, die wir am häutigen Labyrinthe der Batrachier kennen gelernt haben.

Proteus anguinus (Taf. XL Fig. 1; Taf. XLI Fig. 17; Taf. XLIV Fig. 50). Am häutigen Labyrinthe dieses Thieres fällt uns vorerst der schlankere Verlauf der halbkreisförmigen Kanäle und die schärfere Abtrennung der pars inferior von der pars superior auf, als dies bei den Batrachiern der Fall ist; das breite corpus utriculi geht in der Richtung der beiden zusammenliegenden Ampullen in eine dicke, cylindrische Röhre über, die sich nach unten von dem Steinsacke viel stärker abhebt als bei *Rana*; ferner ist das frontale Verbindungsrohr lang und schmal, wodurch gleichfalls der Utriculusbezirk von dem grossen Sackraume deutlich abgegrenzt wird. Der sinus utriculi ist breit aber ungemein kurz; an seiner lateralen Wand konnte ich keine apertura utriculi constatiren, dagegen stehen die beiden Abtheilungen der pars superior und inferior durch ein grosses, schlitzförmiges foramen utriculo-sacculare in weiter Verbindung. An der pars inferior fällt es uns auf, dass die zur Aufnahme der macula sacculi bestimmte knorpelige Steinsackwand nicht in derselben Ebene liegt, wie die mediane Wandung des utriculus, sondern dass dieselbe um ihre verticale Achse gedreht und mehr nach den Cochleartheilen zuge-

wendet ist. Die grosse Höhle der pars inferior erscheint hierdurch mehr zusammengedrängt und ist bei weitem nicht so breit ausgedehnt wie bei den Batrachiern. Am einen Ende des Sacculus ist die lagena gelegen und steht dieselbe zu ersterem in viel innigerer Verbindung als dies zwischen diesen Organen bei den Anuren der Fall ist; sie besitzt eine beutelartige Form und ganz am oberen Abschnitte ihrer inneren Wand liegt die ovale Oeffnung (Taf. XLI Fig. 17), vermittelt welcher sie mit dem grossen Binnenraume in Verbindung steht; ihre Form und Lage erinnert noch ungemein an die lagena einiger Gadusarten.

Was das häutige Labyrinth von Proteus am meisten auszeichnet, ist das erstmalige Auftreten einer pars initialis cochleae; es liegt dieselbe bei diesem Peremibranchiaten an der unteren Fläche des Utriculusbodens, unmittelbar unter der Einmündung der frontalen Verbindungsröhre in den Utriculus und stellt ein rundliches, knorpeliges Bläschen dar, an dessen oberer Wand ein ziemlich starker Zweig des ramus cochlearis sich ausbreitet. Der Hohlraum dieses ovalen schalenförmigen Schneckenabschnittes ist ein einfacher und nicht, wie bei den Batrachiern, durch eine Knorpelbrücke in zwei Abtheilungen getrennt, wie ja auch der Nerv dieses Anfangstheiles der Schnecke sich nicht in zwei Zweige spaltet, sondern bei seinem Herantreten an das Organ als einfacher Stamm fortbesteht. Bei dem mir zu Gebote stehenden mässigen Material war ich nicht im Stande, mir über die genaue Form der in diesem Hohlorgane liegenden Membrana tectoria ein gutes Bild zu machen; ich sah dagegen mit Bestimmtheit, dass eine derartige vorhanden ist, aber niemals waren Spuren einer Otolithensubstanz zugegen.

Das aus den papillae basillares cochleae der Teleostier und Plagiostomen hervorgegangene Organ der pars initialis cochleae ist bei Proteus weit geringer entwickelt, wie bei den Batrachiern; allein es muss hervorgehoben werden, dass es den Fischen gegenüber, als wirklich selbständiger Schneckenabschnitt in der Reihe der Amphibien zum ersten Male bei Proteus auftritt. Fernerhin ist es bemerkenswerth, dass, gegenüber den anderen Gattungen der Urodelen selbst, die pars initialis zusammen mit der lagena die ganze Cochlea bei Proteus repräsentirt. Unter allen von mir untersuchten Schwanzlurchen ist Proteus das einzige Thier, bei dem die pars basilaris cochleae noch nicht vorhanden ist; weder bei der makroskopischen

Untersuchung, noch auf Querschnitten in toto bemerkte ich Andeutungen einer solchen dritten Schneckenabtheilung, und bin ich, trotz dieses im Reiche der Urodelen vereinzelt stehenden Faktums, von dem Fehlen dieses Organes bei *Proteus anguinus* überzeugt. Es muss dies um so mehr auffallen, als wir später sehen werden, dass bei *Siredon*, einem anderen Repräsentanten der Perennibranchiaten, die *pars basilaris* vorhanden ist. — Es steht demnach, was die Zusammensetzung des inneren Ohres betrifft, unter allen Amphibien der *Proteus* am niedrigsten und lehnt sich dessen Gehörbläschen somit am meisten dem häutigen Labyrinth der Fische an.

Zu erwähnen wäre fernerhin, dass der dem Steinsackraume angehörende *ductus endolymphaticus* ganz analoge Verhältnisse darbietet, wie bei den übrigen Amphibien, dagegen befindet sich an der medianen Fläche der *pars inferior*, zwischen unterem Abschnitte der *pars initialis* und oberem Theile der *lagena*, ein kurzes röhrenförmiges Gebilde, das an den *ductus perilymphaticus* der Anuren erinnert, sich aber nicht, wie bei den anderen Urodelen, in jenen langen Schlauch fortsetzt, den wir bei *Siredon* und den Salamandrinen nach hinten und oben bis in das hintere *cavum perilymphaticum* verfolgen können.

Der feinere histologische Bau des Labyrinthgewebes, wie auch die Struktur der *maculae* und *cristae acusticae*, bieten bei *Proteus* keine Differenzen dar im Vergleiche zu allen übrigen Amphibien.

Siredon pisciformis (Taf. XL Fig. 2; Taf. XLI Fig. 18 und 19; Taf. XLII Fig. 35, 36 u. 37; Taf. XLIV Fig. 53 u. 54). — Gleich wie bei *Proteus* finden wir am häutigen Labyrinth von *Siredon* eine viel deutlichere äussere Trennung der *pars inferior* von der *pars superior*, und es ist dies wiederum durch die mehr abgerundete Form des Steinsackes und durch dessen Drehung nach hinten bewirkt; es entfernt sich hierdurch der unterhalb des *recessus utriculi* gelegene Abschnitt der knorpeligen Steinsackwand von den darüber liegenden beiden Ampullen. Neben einem relativ grösseren Kaliber sind die häutigen Bogengänge des Axolotl stärker gekrümmt als diejenigen von *Proteus*. Zum ersten Male in der Reihe

der Amphibien sehen wir bei diesem Thiere den ductus perilymphaticus als eine dicke, weite und offene Röhre zwischen dem hinteren Theile der Ampulla frontalis und der stärksten Krümmung des horizontalen Bogenganges liegen, hinter das corpus utriculi an die laterale Wand des Sacculus ziehen und unterhalb des frontalen Verbindungsstückes des Utriculus in dem zwischen pars basilaris, lagena und sacculus gelegenen Abschnitte der medianen Wandung des Gehörbläschens, als eine grosse runde Oeffnung enden; das von hier aus weiter nach oben zum foramen rotundum in die Schädelhöhle eintretende Kanalende (Hasse) reisst bei der Herausnahme des Labyrinthes meist ab ¹⁾. — Der ductus endolymphaticus verhält sich genau so, wie bei den anderen Amphibien.

Bei dem Axolotl fällt uns zum ersten Male die nahezu kreisrunde apertura utriculi an der lateralen Wand des sinus auf, und es liegt dieselbe, bei der verhältnissmässig geringen Höhe des ganzen Labyrinthes, mit ihrem unteren Rande so nahe an der hinteren Kante des grossen ovalen foramen utriculo-sacculare, dass man beide Oeffnungen als eine einzige bei oberflächlicher Untersuchung halten könnte. Die drei Ampullen und der recessus utriculi bieten nichts Abweichendes; der Steinsack und dessen macula haben eine viel rundere Form als bei Rana. Die lagena ist derjenigen von Proteus und den Salamandrinen ganz ähnlich, nur viel voluminöser; auch an ihr liegt die innere Oeffnung ganz oben an der lateralen Wand und ist kleiner als bei den Batrachiern. Die pars initialis ist grösser als die von Proteus, stellt gleichfalls einen ungetheilten Hohlraum dar, der nicht wie bei den Anuren durch eine Knorpelbrücke in zwei Abtheilungen zerfällt. An der oberen Wand dieses Hohlraumes liegt die crista acustica, auf welcher ich eine grosse membrana tectoria gesehen, die der Ausdehnung des Nervenepithels entspricht und in ihrer histologischen Zusammensetzung dem homologen Gebilde von Rana gleichkommt.

1) Ich kann mir nicht erklären, warum Hasse diese Oeffnung als die periphere und die frei liegende im Bereiche der frontalen Ampulle befindliche als die centrale bezeichnet. An meinen Präparaten erschien es mir im Gegentheile wahrscheinlicher, dass die letztere die periphere ist und dass an dieser Stelle der ductus bei der Herausnahme des häutigen Labyrinthes aus dem Gehäuse entzwei reisst.

Auch in diesem Schneckentheile habe ich niemals Spuren von Otolithenmassen beobachtet. — Am meisten fällt bei *Siredon pisciformis* die Bildung einer pars basilaris auf und stellt dieselbe einen ganz kleinen, schmalen ovalen Knorpelring vor, der an der inneren und oberen Kante der lagena gelegen ist; deutlich sieht man den aus zwei dünnen Nervenbündeln bestehenden nervus partis basilaris aussen und oben vom nervus lagenae abgehen und an das centrale Ende des ovalen Knorpelrahmens treten. Seine Grösse und die Dicke seiner Knorpelwandungen sind viel geringer als bei *Rana* und nur bei langdauernder Einwirkung der OsO_4 auf das Gehörbläschen färben sich diese beiden Nervenbündelchen und lenken die Aufmerksamkeit des Untersuchers auf dieses winzige Organ.

Ueber den Bau des inneren Ohres der Salamandrinen habe ich nur wenige Worte hinzuzufügen. Aus dieser Familie der Amphibia caudata wurden untersucht: *Triton aquaticus* (Taf. XL Fig. 3; Taf. XLI Fig. 20 und Taf. XLIII Fig. 41), *Triton cristatus* (Taf. XL Fig. 4; Taf. XLI Fig. 21 u. 22) und *Salamandra maculata* (Taf. XL Fig. 5; Taf. XLI Fig. 23 und Taf. XLV Fig. 58). In Bezug auf den makroskopischen Bau des häutigen Labyrinthes dieser Thiere finde ich einerseits unter ihnen selbst und anderseits unter ihnen und *Siredon* fast gar keine Unterschiede. Der sehr niedrigen Bildung des Schädelgehäuses dieser Thiere entsprechen die etwas reducirten Grössenverhältnisse der einzelnen Theile des inneren Ohres, und besonders sind es die häutigen Bogengänge, welche bei *Triton aquat.* niedriger sind, als bei *Triton cristatus*; und anderseits ist bei *Salamandra* der verticale Durchmesser des ganzen Gehörbläschens etwas bedeutender als bei den beiden anderen.

Der sinus utriculi dieser Urodelenklasse ist breiter als bei den Batrachiern, aber beträchtlich kürzer; deutlich lässt sich an ihm die apertura utriculi nachweisen und das unterhalb derselben gelegene foramen utriculo-sacculare. Form und Ausdehnungsverhältnisse sind dieselben wie bei *Rana*. Der Uebergang der medianen Utriculuswand auf die gleiche Wandung der pars superior ist bei den Salamandrinen kein so allseitiger und unmerklicher als bei *Rana* und es ist hiedurch die Trennung der pars superior von derjenigen der pars inferior etwas mehr ausgesprochen als bei den Batrachiern; sie ist jedoch viel weniger als bei *Siredon* und hängt dies mit der etwas breiteren Form des sacculus der

Salamandrinen zusammen. — Der ductus endolymphaticus liegt hier, wie bei allen anderen Amphibien, auf der medianen Wand des Utriculus und mündet in den Steinsackraum neben dem centralen Ende des bei diesen Thieren, wie bei Siredon und Proteus, ungetheilten Hohlraumes der pars initialis. Der ductus perilymphaticus stellt bei Triton und Salamandra eine viel engere, schlauchförmige Röhre dar, als bei Siredon; derselbe ist, im Gegensatze zu dem geraden duct. perilymph. von Siredon, in seinem mittleren Abschnitte schlingenförmig gebogen. — So wie wir bei Siredon die Existenz einer pars basilaris nachweisen konnten, so haben wir auch bei allen diesen Myctoderen diesen Schneckentheil gefunden. Zur Aufsuchung desselben muss man das häutige Labyrinth nahezu 48 Stunden in Osmiumsäure ($\frac{1}{4}\%$) liegen lassen; die Säure dringt alsdann in die Tiefe und färbt die beiden dünnen und feinen Nervenbündel der Art, dass sie nicht mehr übersehen werden können. Bei diesen Thieren geht, wie bei Rana, der Nerv direct von der unteren Fläche des ramus cochlearis ab und tritt zum centralen Ende der hier schon voluminöser gewordenen pars basilaris (Taf. XLV Fig. 57 u. 58). — Die Lagena besitzt noch jene beutelförmige Gestaltung, wie bei Proteus und Siredon und auch bei diesen Urodelen liegt die innere Oeffnung des Organes mehr am oberen Abschnitte der lateralen Wandung.

Wenn ich auch nicht alle einzelnen Labyrinththeile dieser Amphibien, in isolirter Weise, auf ihren histologischen Bau und auf die feineren Details der Nervenendigungen untersuchen konnte, so habe ich mich doch an einzelnen Querschnitten durch das Gesamtorgan der meisten dieser Thiere zu wiederholten Malen überzeugen können, dass hier die feineren Strukturverhältnisse des Gewebes sowohl, wie auch Form und Grösse der Nervenepithelien genau die gleichen sind, wie wir dies für die Batrachier angegeben haben.

C. Das innere Ohr der Fische und Amphibien.

Am Schlusse dieser anatomischen Studie erscheint es mir nothwendig, einen Rückblick auf jene Verhältnisse zu werfen,

die wir bei der Untersuchung des häutigen Labyrinthes der Knochenfische gefunden haben, um sie mit denen zu vergleichen, die wir in Obigem für dieses Organ bei den Amphibien feststellen konnten. Es geziemt sich vor Allem, um dem Plane einer vergleichend-anatomischen Studie in aufsteigender Linie gerecht zu werden, die Differenzen hervorzuheben, welche sich an dem inneren Ohre dieser zwei Vertebraten-Abtheilungen ergeben und zu untersuchen, in welcher Weise und wodurch das Amphibienohr eine höhere Entwicklungsstufe einnimmt, als dasjenige der Teleostier und der Fische im Allgemeinen.

Als beiden gemeinsames Moment finden wir vorerst, dass das innere Ohr an der hinteren Seitenwand des Schädels gelagert ist und zwar zwischen den Oeffnungen, die zum Durchtritt des n. trigeminus und des n. vagus bestimmt sind. Ein wesentlicher Unterschied dagegen findet sich darin, dass das häutige Labyrinth der Teleostier und der Plagiostomen von einer Knochen- resp. Knorpelkapsel umschlossen wird, die an ihrer inneren i. e. medianen Fläche offen und nur durch eine dünne, feine Membran von dem Schädelcavum und dem Gehirne getrennt ist. Bei den Amphibien finden wir im Gegentheil das häutige innere Ohr in einer nach allen Seiten abgeschlossenen knöchernen Kapsel eingebettet.

In Bezug auf die häutigen Labyrinththeile selbst sehen wir, dass die Amphibien sich innig an die Fische anschliessen, nur zeigt bei jenen die pars inferior eine bedeutende Fortbildung der einzelnen Schneckenabtheilungen.

Bei beiden haben wir eine pars superior und pars inferior, die durch ein foramen utriculo-sacculare mit einander in Verbindung stehen; bei den Fischen ist diese Oeffnung sehr klein, während sie bei den Amphibien eine grosse Querspalte darstellt. In den einzelnen Klassen der Teleostier (*Muraena*, *Gadus*, *Perca*, *Esox*) haben wir gesehen, wie mit der zunehmenden Grösse des Sagittaldurchmessers am Schädel die Bogengänge sich immer mehr erheben und stärker gekrümmt sind; ein gleiches Verhalten liegt auch bei den Amphibien vor, bei welchen, von *Proteus* und *Siredon* angefangen und durch die Reihe der Salamandrinen hindurch bis hinauf zu den Batrachiern, die Bogengänge sich immer mehr aufrichten und stärker gekrümmt sind; besonders deutlich tritt dies hervor, wenn wir das Labyrinth von *Proteus* mit demjenigen von *Bufo* vergleichen. In der Form des recessus utriculi und der Ampullen finden

wir zwischen den Teleostiern und Amphibien keine wesentlichen Differenzen, auch die Formen der *cristae ampullarum* verhalten sich in ganz ähnlicher Weise; bei den Amphibien wie bei den Fischen finden wir die zungenförmige *crista* der horizontalen Ampulle nur an einer Wandung gelegen, im Gegensatze zu den gerade verlaufenden und den ganzen Boden einnehmenden *cristae* der sagittalen und frontalen Ampullen. Als eine Abweichung von der Utriculusform bei den Teleostiern wäre zu erwähnen, dass bei den Amphibien die frontale Ampulle durch ein viel längeres cylindrisches Rohr mit dem Utriculuskörper verbunden ist.

Die Hauptunterschiede finden wir in der Gestaltung und Zusammensetzung der *pars inferior* der beiden Wirbelthierklassen. Während bei den Teleostiern die *pars inferior* durch einen grossen Sackraum gebildet wird, der nur aus dem eigentlichen *sacculus* s. Steinsacke und einer kleinen mit letzterem in offener, meist weiter Verbindung stehenden Ausbuchtung, der *lagena*, besteht, liegt bei den Amphibien ein Hohlraum vor, in welchem neben *sacculus* und *lagena* noch zwei resp. drei neue Organe auftreten, die der Cochlea angehören; es sind dies die *pars initialis* und die *pars basilaris*, denen bei den Raniden das *tegumentum vasculosum* sich zugesellt. Unter *pars initialis cochleae* verstehen wir jene knorpelige Ausbuchtung der medianen Wand der *pars inferior*, die an der Grenze des Utriculus und *Sacculus* gelegen ist und zu der sich ein ziemlich starker Zweig des *r. cochlearis* begiebt und die Bildung einer breiten *crista acustica* bewerkstelligt. Bei den Urodelen stellt dieses Organ ein schalenförmiges, einfächeriges Hohlgebilde dar, das, je höher wir in der Reihe der Perennibranchiaten und Salamandrinen aufsteigen, immer grössere Dimensionen annimmt, um schliesslich bei den Batrachiern jene ansehnliche, durch eine Knorpelbrücke zweifächerig gewordene, starkwandige Schneckenabtheilung zu bilden. Retzius und ich selbst haben für die Teleostier nachgewiesen, dass an dem unteren Abschnitte der medianen Utriculuswand gerade da, wo letztere mit der medianen *Sacculus*wandung verwachsen ist, zwei kleine isolirte Nervenpapillen gelegen sind, die von zwei Aestchen des *r. cochlearis* versorgt werden. Auch bei den Plagiostomen (*Spinax acanthias* und *Raja clavata*) hat neuerdings Retzius ¹⁾ dieses nervöse

1) Archiv für Anatomie und Entwicklungsgeschichte von His und Braune. 1878. p. 83.

Gebilde mit aller Bestimmtheit gefunden; jedoch findet sich bei diesen Knorpelfischen nur eine einzige Nervenpapille vor, die nicht mehr an der medianen Fläche des Utriculus, sondern an derjenigen des Sacculus gelegen ist.

Das constante Auftreten einer solchen vom r. cochlearis ausgehenden Nervenendstelle am häutigen Labyrinth der Teleostier und Plagiostomen in einer Region, wo die medianen Wandungen des Utriculus und Sacculus zusammenstossen, lässt daran denken, dass die an dem gleichen Abschnitte des Gehörbläschens gelegene pars initialis cochleae der Amphibien die weiter fortgeschrittene Entwicklung dieser beiden Nervenpapillen repräsentirt.

Zu diesem Anfangstheile tritt ein weiterer Schneckenabschnitt, die pars basilaris cochleae; bei Siredon erscheint er zum ersten Male, wenn auch in geringen Dimensionen, wird bei Triton und Salamandra immer grösser, um schliesslich bei Rana einen relativ mächtigen Knorpelring zu bilden, an dessen centrales Ende ein starker Zweig des Schneckenerven tritt und im Inneren des Organs eine crista acustica bildet. In diesem neuen Cochleaabschnitte finden wir den ersten Beginn der bei den höheren Vertebraten so wichtigen Membrana basilaris. Schliesslich tritt bei den Batrachiern ein vierter Schneckenheil hinzu, das tegmentum vasculosum, ein Gebilde, dem wir bei den Vögeln wieder begegnen.

Diese vier Schneckenabtheilungen des Amphibienohres stehen durch kleine Knorpelbrücken unter sich im Zusammenhange, gehen dagegen mit dem Steinsacke keine nähere Verbindung ein, als dass sie, gleich ihm, in den grossen Sackraum der pars inferior münden und von einer gemeinschaftlichen Umhüllungsmembran überzogen sind. Es lassen sich diese vier Schneckenheile gleichsam als ein Organ auffassen, das mit dem Steinsacke zusammen den Hohlraum der unteren Labyrinthhälfte ausfüllt und die ersten Anfänge der höheren Vertebratenschnecke darstellt. Gegenüber den Fischen wäre demnach zu constatiren, dass die Cochlea zum ersten Male bei Proteus aus zwei isolirten selbständigen Theilen (lagena und pars initialis) besteht, dass weiterhin zu dieser bei Siredon und den Salamandrinen sich ein dritter (pars basilaris) gesellt und schliesslich bei den Batrachiern das tegmentum vasculosum als vierte Abtheilung noch hinzutritt.

Was die Nervenversorgung des häutigen Labyrinthes bei

diesen beiden Thierklassen betrifft, so sehen wir bei den Teleostiern den nervus acusticus sich in drei Zweige theilen, von welchen der ram. vestibularis zum recessus utriculi und den beiden beisammenliegenden Ampullen geht, der mittlere zum sacculus und zur lagena und endlich der dritte Ast zu den papillae basilares und zur ampulla frontalis sich begiebt; die beiden letzteren stehen in enger Verbindung. Bei den Amphibien dagegen spaltet sich der Hörnerv bloß in zwei Zweige: einen Vorhofsast und einen Schneckenast; ersterer geht zum recessus, den beiden Ampullen und zu dem sacculus; letzterer versorgt alle Schneckenabtheilungen und die frontale Ampulle.

Das periphere Verhalten des acusticus ist bei Fischen und Amphibien mit Ausnahme einiger kleiner Details das gleiche, mögen wir dasselbe im recessus utriculi oder im sacculus, in den Ampullen oder an den einzelnen Schneckenabtheilungen untersuchen. Stets zerfällt der einzelne Nervenzweig in eine grössere Anzahl von Nervenbündeln, welche die Knorpelwandung des Gehörbläschens durchbohren, hier in doppeltecontourirte Fasern zerfallen und dann gegen den inneren Basalsaum der maculae und cristae aufsteigen und durch denselben hindurch in's Innere des Nervenepithels eindringen. Bei seinem weiteren Verlaufe treten einige Unterschiede auf; bei den Teleostiern dringt die doppeltecontourirte Nervenfaser in ihrer ganzen Dicke, mit Schwann'scher Scheide, Myelin und Axencylinder, durch den Basalsaum hindurch in das Innere der Gehörflecke und -Leisten, und hier erst zerfallen die einzelnen Nervenfasern in zahlreiche blasse Axencylinder, die sich dann endgültig ausbreiten. Bei den Amphibien dagegen geht schon in der Knorpelwandung der blasse Axencylinder, und zwar ohne jegliche Scheidenumhüllung, aus der Nervenfaser hervor, durchbohrt den Basalsaum und tritt in das Zellenpolster der maculae und cristae. Bei beiden Wirbelthierklassen finden wir in übereinstimmender Weise, dass diese feinsten Axencylinder sich unter einander verflechten und zwischen den einzelnen Schichten des Nervenepithels einen sogen. intraepithelialen Nervenplexus resp. Netz darstellen. Eine weitere Differenz bei Fischen und Amphibien ergibt sich daraus, dass bei jenen der aus dem Nervenetz hervorgegangene Axencylinder an das untere Ende einer Fadenzelle tritt und alsdann von hier aus, vermittelt des oberen Endes dieses ovalen Zellgebildes, entweder am unteren Abschnitte der grossen Cylinder-

oder Hörzelle sich ansetzt, oder sich in die Interstitien besagter Cylinderzellen legt, um bis zur Oberfläche der *cristae* und *maculae* emporzusteigen und daselbst zu enden. Bei den Amphibien hingegen besteht das Polster der Hörflecke und -Leisten blos aus zwei verschiedenen Zellenarten, den Basalzellen und den Cylinderzellen; jene dritte Zellschichte, die Fadenzellen der Fische, fehlen hier vollständig und können deshalb die Verbindung des Axencylinders mit der Hörzelle nicht vermitteln; es tritt vielmehr der aus dem Basalsaume aufsteigende blasse Axencylinder direct an das untere Ende der Cylinderzelle, oder er bildet mit anderen Axencyclindern den *plexus intraepithelialis*, steigt aus diesem in die Höhe und tritt jetzt entweder an den unteren Abschnitt einer Hörzelle, oder er verläuft im Interstitium dieser Zellen bis an deren Oberfläche, allwo er frei endet.

Die auf den *cristae* der einzelnen Ampullen gelegene *Cupula terminalis* bietet bei den Amphibien, in Bezug auf ihre Form, ihre Consistenz und ihren Bau die ganz gleichen Verhältnisse dar, wie bei den Knochenfischen. Im Labyrinth Letzterer haben wir die auf den *maculae* des *recessus utriculi*, des *sacculus* und der *lagena* aufruhenden Otolithen als voluminöse, harte zusammenhängende Kalkmassen kennen gelernt; bei den Plagiostomen sind diese Massen schon kleiner und stellen einzelne kleine Coneremente dar; bei den Amphibien dagegen finden wir im *recessus utriculi* und in der *lagena* nur höchst spärliche, sehr weiche breiartige Otolithenmassen; dagegen enthält der Steinsack dieser Thiere eine grosse, aber gleichfalls zerfliessbar weiche Kalkmasse, die dem Nervenepithel der *macula sacculi* aufliegt. Auf den *cristae acusticae* der anderen Schneckenabtheilungen im Amphibienrohre finden wir keine Otolithenmassen, sondern eine *membrana tectoria*, die ähnliche Texturverhältnisse zeigt, wie die *Cupula terminalis* der Ampullen

Das Gewebe, aus welchem das häutige Labyrinth sich zusammensetzt, ist bei den Fischen wie bei den Amphibien, der gleiche „Spindelknorpel“, an welchen Stellen des Gehörbläschens und bei welchem dieser Wirbelthiere wir immerhin untersuchen. Die Innenauskleidung der Labyrinthhöhlen geschieht ebenfalls bei Beiden durch das stets gleichartig gebaute, polygonale Plattenepithel. Jene um die beiden Enden der *cristae ampullarum* gelegenen, aus grossen, glashellen Cylinderzellen bestehenden *plana semilunata* der Fische fehlen vollständig bei den Amphibien; da-

gegen finden wir bei ihnen wie auch bei den Teleostiern in der Nähe der einzelnen maculae und cristae acusticae jene vielgestaltigen protoplasmatischen Zellen, die bei den Fischen in mehr unregelmässigen kleineren und grösseren Haufen sich vorfinden, bei den Amphibien und speziell bei den Raniden die kreisrunden gelben Flecken der Ampullen bilden.

Die Wandungen der in dem Amphibienohre vorhandenen Schneckenabtheilungen bestehen ebenfalls aus dem gleichen homogenen Spindelknorpelgewebe, das sich an den Stellen, wo die Nervenzweige herantreten, beträchtlich verdickt.

Als das wichtigste Organ im häutigen Labyrinth der Amphibien ist jener Theil der pars inferior zu betrachten, den wir als pars basilaris cochleae beschrieben haben und der im Fischlabyrinth in gar keiner Weise angedeutet ist. Mit Ausnahme von *Proteus anguinus* lässt er sich bei allen Amphibiengattungen nachweisen. Dieser Knorpelring sowohl, wie auch die in seinem Inneren ausgespannte Membrana basilaris bilden von jetzt an durch die Reihen der höheren Wirbelthiere den wesentlichsten Theil der Schnecke und es wird unsere weitere Aufgabe sein, bei den Untersuchungen des Gehörapparates der Reptilien, Vögel u. s. w. bis zum Menschen hinauf die Entwicklung dieses Organs, sowie auch diejenige der anderen Schneckenabtheilungen zu verfolgen.

Einleitung.

A. Inneres Ohr der Batrachier.

I. Knöchernes Labyrinth.

II. Häutiges Labyrinth.

a. Pars superior.

b. Pars inferior.

c. Nervus acusticus.

B. Inneres Ohr der Urodelen.

C. Inneres Ohr der Fische und Amphibien.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XL bis XLV.

Tafel XL.

- Fig. 1. Rechtes membranöses Labyrinth von *Proteus anguinus*. Mediane Ansicht. 4fache Grösse.
- Fig. 2. Linkes membranöses Labyrinth von *Siredon pisciformis*. Mediane Ansicht. 4/1.
- Fig. 3. Rechtes membranöses Labyrinth von *Triton aquaticus*. Mediane Ansicht. 4/1.
- Fig. 4. Rechtes membranöses Labyrinth von *Triton cristatus*. Mediane Ansicht. 4/1.
- Fig. 5. Rechtes membranöses Labyrinth von *Salamandra maculosa*. Mediane Ansicht. 4/1.
- Fig. 6. Rechtes membranöses Labyrinth von *Rana esculenta hung.* Mediane Ansicht 4/1.
- Fig. 7. Linkes membranöses Labyrinth von *Rana esculenta hungar.* Mediane Ansicht. 4/1.
- Fig. 8. Rechtes membranöses Labyrinth von *Bufo communis*. Mediane Ansicht. 4/1.
- Fig. 9. Rechtes membranöses Labyrinth von *Hyla arborea*. Mediane Ansicht. 4/1.
- Fig. 10. Rechte Hälfte eines sagittal durchschnittenen Schädels von *Rana esculenta hungar*. Die Schädelhöhlenwand des knöchernen Ohrgehäuses ist weggenommen. Mediane Ansicht des häutigen Labyrinthes. 2fache Grösse. (Osmium.)
- Fig. 11. Linke Hälfte eines sagittal durchschnittenen Schädels von *Rana escul. hung.* Knöchernes Dach und hinterer Theil der Gehörkapsel sind entfernt. Laterale Ansicht des häutigen Labyrinthes. 2fache Grösse. (Osmium).

Tafel XLI.

- Fig. 12. Mediane Ansicht des rechten häutigen Labyrinthes von *Rana escul.*; die ganze linke Hälfte i. e. recessus, beide Ampullen und sacculus sind weggenommen. 4/1. (Osmium).
- Fig. 13. Aehnliches Präparat in lateraler Ansicht. (4/1.)
- Fig. 14. Isolirte Schneckenheile und Ampulla frontal. eines rechten häutigen Labyrinthes von *Ran. escul.* — Laterale Ansicht. 4/1.
- Fig. 15. Aehnliches Präparat in medianer Ansicht. 4/1.

- Fig. 16. *Rana escul.* Tiefenansicht der Schneckenheile. 5/1.
- Fig. 17. Sacculus, lagena und pars initialis cochleae von *Proteus anguinus*. Laterale Ansicht. 5/1.
- Fig. 18. Rechtes membran. Labyrinth von *Sired. pisciform.* Rechte Hälfte. Mediane Ansicht. Um die Insertion des horiz. Kanales an der lateralen Wand des Sinus utriculi deutlicher erscheinen zu lassen, ist die apertura utriculi auch in die mediane Wand des Utriculi hineingezeichnet. 4/1.
- Fig. 19. Laterale Ansicht vom sacculus und den Schneckenheilen eines linken häutigen Labyrinthes von *Siredon pisciformis*; Osmiumpräparat (Hartnack. Ocular 3:Linse I.)
- Fig. 20. Sacculus und Schneckenheile von *Triton aquaticus*. Laterale Ans. 4/1.
- Fig. 21. Linke Hälfte eines linken membr. Labyrinthes. Von *Triton cristatus*. Wie in Fig. 18 ist auch hier die apertura utriculi zum besseren Erkennen ihrer Ausdehnung, in die mediane Sinuswand gezeichnet. Mediane Ansicht. 4/1.
- Fig. 22. Gleiches Präparat wie Fig. 20, von *Triton cristatus*. Laterale Ansicht. 4/1.
- Fig. 23. Laterale Ansicht der Frontalhälfte eines linken Labyrinthes von *Salam. maculat.* 4/1.
- Fig. 24. Mediane Ansicht der Frontalhälfte des Labyrinthes von *Hyla arborea*. (Mit Berücksichtigung der apertura wie in Fig. 18 und 21.) 4/1.
- Fig. 25. Sacculus und Schneckenheile von *Hyla arborea*. Laterale Ansicht. 4/1.

Tafel XLII.

- Fig. 26. Verbindungs membran des häutigen Labyrinthes mit den Knochen resp. Knorpelwandungen des Ohrgehäuses. *Rana escul.* Osmiumpräparat. Hartn. Ocular 3:Linse VII.
- Fig. 27. Periost der knöchernen Ohrkapsel von *Ran. escul.* Hartnack 3: VII.
- Fig. 28. Querschnitt durch einen knöchernen und häutigen Kanal von *Ran. escul.* Excentrische Lagerung des letzteren. Chromsäurepräparat. Hartn. 4: I.
- Fig. 29. Querschnitt durch einen häutigen Bogengangstheil. Periostbekleidung noch erhalten. *Rana.* Osmiumsäure. Hartn. 3: V.
- Fig. 30. Recessus utriculi mit Ampulla sagittal. und horizont. von *Rana.* Bodenfläche. Formverhältnisse der macula utriculi und der beiden cristae ampull. Die sogenannten runden „Pigmentflecke“ der Ampullen treten deutlich hervor. Osmiumpräparat. Hartn. 3: I.

- Fig. 31. Gleiche Ansicht von Ampulla front. desselben Thieres. Hartn. 3: I.
- Fig. 32. Querschnitt durch die beiden nebeneinander liegenden vorderen Ampullen (sagitt. u. horiz.). Umhüllendes Periost mit Pigmentzellen. Gut erhaltene Cupul. termin. in der Amp. horizont. Protoplasmat. Zellenhaufen der Amp. sagittal. Rana. Osmium. Hartn. 3: I.
- Fig. 33. Verticaler Durchschnitt durch die Crista acustica der sagittalen Ampulle von Rana escul. Vollständige Cupulagrösse. Abgelöstes Mittelstück der Membrana tectoria. Osmium. Hartn. 3: V.
- Fig. 34. Verticaler Durchschnitt durch die Crista acustica der Amp. horiz. in ihrer grössten Erhebung; Cupula etwas geschrumpft. Rana. Osmium. Hartn. 3: V.
- Fig. 35. Verticaler Durchschnitt durch die Crista der front. Amp. von Siredon pisciformis. Cupula vorn etwas abgehoben. Osmium. Hartn. 3: V.
- Fig. 36. Flächenansicht der ganzen macula utriculi von Siredon. Osmium. Hartn. 4: I.
- Fig. 37. Ein kleiner Theil des Präparates in Fig. 36 bei stärkerer Vergrößerung, um den Uebergang der protoplasmatischen Zellen in hohe Cylinderzellen und dann in die mit einem Haarpunkte versehenen Maculazellen zu zeigen. Hartn. 3: VII.

Tafel XLIII.

- Fig. 38. Kleiner Theil eines verticalen Durchschnittes durch die Crista acustica der horizont. Ampulle von Rana. Deutliches Herantreten des feinen Axencylinders an das untere Ende der grossen Cylinderzelle. Bei der 2. und 3. Cylinderzelle, vom rechten Bildrande aus, sieht man die feine Nervenfasern durch die Zelle hindurch bis zur Oberfläche emporsteigen. In den Zwischenräumen der einzelnen Cylinderzellen liegen zapfenförmige Verdickungen einiger Nervenendfasern, die bis an die Oberfläche der Crista steigen. Osmiumpräparat. Hartn. 3: VIII.
- Fig. 39. Gleicher Durchschnitt durch die Crista der Amp. sagittalis von Rana. Analoge Details wie in Fig. 38; besonders deutlich sind die zapfenförmigen Verdickungen zwischen den Cylinderzellen. Osmium. Hartn. 3: IX.
- Fig. 40. Durchschnitt der Crist. Lagenae von Bufo. Intraepitheliales Nervenetz. Osmium. Hartn. 3: VIII.
- Fig. 41. Theil eines verticalen Durchschnittes der crista acustica partis initialis cochleae von Triton aquat. Intraepitheliales Nervenetz sehr ausgeprägt. Osmiumsäure. Hartn. 3: IX.
- Fig. 42. Verticaler Durchschnitt der macula utriculi von Rana. Aehnliche Verhältnisse wie in Fig. 38, 39 und 40. Osmium. Hartn. 3: VIII.

- Fig. 43. Durchschnitt der macula utriculi von *Rana*. Osmium. Hartn. 3 : III.
- Fig. 44. Ein kleiner Theil der Membr. tectoria aus dem Recessus utriculi von *Rana esculenta*. An der linken Kante des Präparates sind einige Cylinderzellen der Macula zurückgeblieben. Osmiumsäure. Hartn. 3 : VII. (Tub. ausgezogen.)
- Fig. 45. Krystalle aus der Otolithenmasse des Sacculus. Frisch untersucht. *Rana*. Hartn. 3 : VII.
- Fig. 46. Ansicht der unteren nach dem Sacculushohlraume gerichteten Fläche des Utriculus von *Ran. escul. hungar.* 4/1.

Tafel XLIV.

- Fig. 47. Innere Ansicht der macula sacculi. Angrenzende Umhüllungs- membran. *Rana*. Osmium. Hartn. 3 : I.
- Fig. 48. Verticaler Durchschnitt der crista lagenae von *Bufo viridis*. Osmium. Hartn. 3 : IV.
- Fig. 49. Polygonales Plattenepithel von der Umhüllungs- membran der Sacculusgebilde. *Rana*. Chromsäurepr. Haematoxylin. Hartn. 3 : VII.
- Fig. 50. Gleiches Präparat von *Proteus anguin.* Hartn. 3 : V.
- Fig. 51. Ein Theil der Macula acustica sacculi. Schlingenförmiges Umlegen der Nervenfasern. *Rana*. Osmium. Hartn. 3 : V.
- Fig. 52. Verticaler Durchschnitt durch die Macul. sacculi von *Rana escul. hung.* Uebergang in das Pflasterepithel der Umhüllungs- membran. Reste des Otolithen. Osmium. Hartn. 3 : V.
- Fig. 53. Membrana tectoria aus dem Sacculus von *Siredon pisciform.* Osmium. Hartn. 3 : VII.
- Fig. 54. Totalansicht der membrana tectoria sacculi von *Sired. pisciform.* Osmium. Hartn. 3 : I.

Tafel XLV.

- Fig. 55. Isolirte Theile der Schneckenabtheilung von *Rana escul.* Lagena, pars basilaris und das schalenförmige tegmentum vasculosum, umgeben von der Umhüllungs- membran des grossen Sack- raumes. Cupula term. der Pars basilaris in den Hohlraum gefallen. Mediane Ansicht. Osmiumpräparat. Hartn. 3 : II.
- Fig. 56. *Rana escul.* Ampulla frontal. mit ihrem Verbindungs- cylinder zum Utriculus. Die an der lateralen Seite der pars initialis gelegene Knorpelbrücke mit dem darauf gelagerten Nerven tritt scharf hervor. Osmiumpr. Laterale Ansicht. Hartn. 4 : I.
- Fig. 57 u. 58. Verticale Durchschnitte durch die Pars basilaris von *Triton aquat.* und *Sal. macul.* Osmium. Hartn. 3 : III.

- Fig. 59. *Ran. escul. hung.* Isolirte Pars initialis cochleae. Laterale Ansicht. Die apertura utric. wird von der lateralen Wand des Canal. horizont. und der entgegengesetzten Partie des Utric. gebildet. Osmium. Hartn. 3 : II.
- Fig. 60. Verticaler Durchschnitt am Rande der pars initialis. Die membr. tector. und die peripheren an den beiden Seitenwandungen herabreichenden Cristatheile sind erhalten. *Rana.* Osmium. Hartn. 3 : III.
- Fig. 61. Nervenausbreitung an der Pars init. cochleae. *Rana.* Osmium. Hartn. 4 : I.
- Fig. 62. Isolirte Membr. tectoria aus der Pars initial. von *Rana.* In der leicht streifigen Grundsubstanz bemerkt man zahlreiche kleinere Löcher, die zur Aufnahme der Haare bestimmt sind. Osmium. Hartn. 3 : V.
- Fig. 63. [Taf. XLIV.] Isolirte Elemente: *a.* aus Amp. horiz. von *Rana.* Grosse Cylinderzelle mit Nervenfasern, die bis zum Kerne sich erstreckt. Hartn. 3 : VIII. (Tub.); *b.* aus Amp. front. von *Rana.* Cylinderzellen mit unterem Nervenfortsatze. Hartn. 3 : VIII (Tub.); *c.* Gleiche Elemente aus dem Utriculus von *Rana.* Hartn. 3 : VIII.; *d.* aus dem Sacculus. Hartn. 3 : VIII. Osmiumsäure.
- Fig. 64. [Taf. XLV.] Isolirte Elemente. Osmiumpräparate. *e.* aus einer Ampulle von *Hyla arborea.* 3 : VIII. *f.* aus Sacculus von *Sired. pisciform.* Basal- und Cylinderzellen 3 : VII. Tub. *g.* aus Lagena von Triton. Cylinderzellen mit den danebenliegenden zapfenförmigen Anschwellungen des Axencylinders. 3 : VII. *h.* Cylinderzellen mit nebenliegendem Axencylinder aus Lagena von *Hyla arborea.*

Commentare zur Keimbläschentheorie des Eies¹⁾.

II. Das Keimbläschen als primäre Zelle. Die amöboide Beweglichkeit des Keimbläschens und Zellkerns, besonders in ihren Beziehungen zur Eifurchung, Befruchtung und Kerntheilung.

Von

Dr. A. Brandt.

Vor bereits mehr als einem Decennium erfuhr bekanntlich die in ihren Hauptzügen noch gegenwärtig herrschende moderne Zellenlehre recht wesentliche Modificationen. So entwarf namentlich Häckel²⁾ mit glücklicher Hand ein neues Schema der Elementarorganismen, wobei er den Begriff von der Zelle, oder genauer von der Plastide, bedeutend erweiterte, und zwar durch Aufstellen gewisser Categorien von vereinfachten histologischen Elementen. Auf diese Weise brachte Häckel das Plastidenschema, so zu sagen, in der Richtung nach abwärts zu einer erschöpfenden Abrundung. Im Gegensatz hierzu scheint mir sein treffliches Gebäude in der Richtung nach aufwärts unvollendet geblieben zu sein: gewisse Elementarorganismen, darunter wohl auch manche freilebende, welche trotz ihrer entschieden monoplastiden Natur eine höhere Differenzirung als die gemeine Zelle zur Schau tragen, blieben unberücksichtigt. Nun erkannten aber bereits manche ältere Forscher eine höhere Ordnung von Elementaror-

1) Commentar I findet sich in Bd. XVII p. 43—57 Taf. IV dieses Archivs. Die Leser wollen in demselben folgende Druckfehler verbessern: S. 47 Z. 13 v. o. steht Zusammenhängen statt Zusammendrängen; S. 51 Z. 4 v. o. bedeckt statt leicht; Z. 12 v. u. doch statt hoch; S. 54 Z. 17 v. o. physiologisch statt morphologisch; S. 57 Z. 6 v. o. IV statt IX.

2) Haeckel, E. Generelle Morphologie der Organismen. Berlin 1866. Bd. I. p. 269.

ganismen an, nämlich die der Umlagerungsgebilde oder secundären Zellen. Ein Studium des Eies verschiedener Thiere, namentlich der Insecten, veranlasste mich (Ueb. d. Ei p. 170) diese Kategorie von Elementarorganismen zu restituiren und, im Anschluss an die Haeckel'sche Nomenclatur, nunmehr zwischen *Cellulae primariae* s. *Cyta* und *Cellulae secundariae* s. *Metacyta* zu unterscheiden. Während die Cytoden durch centripetale Differencirung, durch Ausbildung eines Kerns, in Cyten übergehen, gestalten sich letztere durch centrifugale Differencirung, durch Bildung einer von ihnen selbst oder von benachbarten Elementen ausgeschiedenen Umhüllungssphäre zu Metacyten. Welche Gewebelemente als primäre und welche als secundäre zu betrachten sind, wurde von den betreffenden älteren Forschern zum Theil widersprechend beantwortet und fordert erneuerte Studien. Für die Beurtheilung des morphologischen Werthes eines Elementes ist dessen blosses Aussehen nicht massgebend, und zwar um so weniger, als wir nicht einmal im Stande sind die Maximal- oder Normalzahl der ineinander geschachtelten Zelltheile — sagen wir, activen Plastidsphären¹⁾ — festzustellen. In der That, besteht z. B. ein histologisches Element aus vier Plastidsphären, so können entweder die äussere als Zellkörper, die nächste als Kern, die dritte als Kernkörperchen und die vierte, innerste, als secundäres Kernkörperchen gedeutet werden; oder auch die äussere Sphäre wird als sekundäre Umhüllung, die zweite als eigentlicher primärer Zellkörper, die dritte als Kern und die vierte endlich als Kernkörperchen aufgefasst; wobei ein secundäres Kernkörperchen als fehlend angesehen wird. Im ersteren Falle würden wir das betreffende histologische Element als primäre, im letzteren als secundäre Zelle deuten. Da alle genannten Plastidsphären amöboid beweglich sind (Ueb. d. Ei p. 185), so giebt auch ihre Gestalt kein Kriterium für eine Bestimmung der morphologischen Rangstufe des ganzen Elementes ab. Auch die chemischen Eigenschaften der einzelnen Plastidsphären dürften für diese Bestimmung kaum massgebend sein. So bleibt nur der histogenetische Weg für jeden einzelnen, concreten Fall übrig.

1) Activ im Gegensatz zu den starren Membranen, denen wir neuerdings mehr einen physiologischen, als morphologischen Werth beimessen dürfen.

Einander scheinbar gleichwerthige Elemente können sich, auf Grund ihrer Genese, als zu verschiedenen morphologischen Rangstufen gehörig erweisen. So sind die ersten Embryonalzellen der Säugethiere Theilungsproducte des gesammten Eihaltens, während die der Insecten aus dem Eihalte hervorquellende einfachere Elemente darstellen, denen ein Homologon der Dottersphäre fehlt. Dass dem wirklich so ist, scheint mir dadurch erwiesen, dass sich auch im Insectenei, — und zwar gewöhnlich erst nachträglich, — Furchungskugeln (hier Dotterballen genannt) bilden, welche aus überschüssigen Blastodermzellen plus einer umhüllenden Dottersphäre bestehen. (S. Com. I u. Ueb. d. Ei p. 146.) Die ersten Embryonalzellen (Blastodermelemente) der Insecten wären demnach primäre, die der Säugethiere secundäre Zellen. Sah ich mich ferner veranlasst die Blastodermzellen der Insecten als directe Abkömmlinge des Keimbläschens aufzufassen, so konnte ich nicht umhin das Keimbläschen, im Gegensatz zum gesammten Ei, als primäre Zelle aufzufassen, und zwar nicht blos für die Insecten, sondern auch für das ganze Thierreich; lag doch kein Grund vor verschiedenwerthige Keimbläschen anzunehmen. In Uebereinstimmung mit dieser Auffassung deutete ich die direct zu Keimbläschen werdenden Elemente im keimbereitenden Theil des Insectenovariums gleichfalls als primäre Zellen und die sie trennende häufig überaus geringfügige Grundsubstanz nicht als zusammengeflossene Zelleiber, sondern als Zwischensubstanz, ähnlich der notorisch ja auch zwischen den Zellen verschiedener Epithelien vorkommenden. Diese Grundsubstanz ist es, — hier stehen wir wiederum auf dem festen Boden der Thatsachen, — welche durch ihre Differenzirung im Umkreis der jungen Keimbläschen und durch späteres Heranwachsen den Dotter liefert. So bilden sich also durch Umlagerung aus Cysten Metacyten.

Wie bereits wiederholentlich von mir betont worden, ist die soeben formulirte Auffassung des morphologischen Eiwerthes nichts weniger als neu. Sie findet sich vielmehr in einer ganzen Reihe älterer, zum Theil auch in neueren Schriften sehr bewährter Forscher vertreten. Zu den bisher gegebenen einschlägigen Citaten (Ueb. d. Ei p. 164 u. a.) füge ich gegenwärtig noch das folgende hinzu. Noch ganz neuerdings bezeichnet es Bischoff¹⁾ als Unmöglich-

1) Bischoff, Th. L. W. Historisch-kritische Bemerkungen zu den neuesten Mittheilungen über die erste Entwicklung der Säugethiereier. München 1877. 8. p. 11, 13.

keit das Ei eine primäre Zelle zu nennen. Hingegen sei das Keimbläschen „eine der evidentesten primären Zellen, das Prototyp aller primären Zellen . . . Betrachtet man den Dotter nicht als Inhalt einer primären und einfachen Zelle, sondern als eine Umlagerungsmasse für eine solche (für das Keimbläschen), so sieht man leicht ein, dass er sehr verschieden, quantitativ und qualitativ und morphologisch zusammengesetzt sein kann . . . Er kann ein blosser Bildungs-, aber auch ein Bildungs- und Nahrungsdotter, ein holoblastischer und meroblastischer, ein protoplasmatischer und deutoplasmatischer sein, er kann allein aus einem aufgelösten oder körnigen Plasma, er kann selbst aus Protoblasten bestehen und durch Zusammenfliessen von solchen gebildet werden; der Grundcharakter des Eies wird durch alles Dieses nicht verändert. Dasselbe gilt auch für die secundären Furchungstoffe oder Hüllen.“ — Bei dieser Gelegenheit bespricht Bischoff (p. 50) das von ihm seiner Zeit aufgestellte angebliche spätere Zusammenfliessen sämmtlicher Zellen der Keimblase bei Säugethieren und die Neubildung von Embryonalzellen. Er giebt hierbei diese Ansicht wenn auch nicht gerade auf, räumt jedoch freimüthig ein, dass er sich geirrt haben könne. Es veranlasst mich dies Geständniss zu einer grösseren Reserve in Bezug auf eine Hypothese, welche ich (l. c. p. 164) zur Erklärung der Bischoff'schen Ansicht ausgesprochen. Die Dialyse der vom Dotter abstammenden Plastidsphären dürfte erst viel später, und zwar nur in den betreffenden, aus primären Zellen gebildeten Geweben des Säugethierembryos stattfinden. (Man vergl. das von mir für *Ascaris* und *Anodonta* Vorgebrachte. ¹⁾)

Es dürfte hier der passende Ort sein, eine vor nicht gar langer Zeit erschienene Arbeit von Török ²⁾ zu citiren. Dasselbst wird folgendermassen die Entwicklung der Cutis des Axolotls geschildert. In einen spaltförmigen Raum zwischen Epidermis und Urwirbel wandern Zellen vom ursprünglichen Charakter der Furchungskugeln ein. Das Protoplasma dieser Zellen bildet Fortsätze,

1) Brandt, A. Ueber d. Eifurchung d. *Ascaris nigrovenosa*. Zeitschr. f. wissensch. Zool. XXVIII. 1877. p. 377; Bemerkungen üb. d. Eifurchung etc. *ibid.* p. 601; und Ueb. das Ei p. 152 und 158.

2) Török, A. Ueb. formative Differenzirungen in den Embryonalzellen von *Siredon pisciformis*. Dieses Archiv XIII. 1877. p. 756—783 Taf. XIV. Cfr. p. 778.

gestaltet sich zu Bindegewebsfibrillen und trennt sich von den Kernen, welche letztere sich zu Bindegewebszellen gestalten, während das ursprüngliche Protoplasma zur Grundsubstanz wird. So sehr auch der vom Verfasser aufgestellte Modus der Gewebsdifferenzirung zu Gunsten der Existenz primärer und secundärer Zellen sprechen mag, so wage ich denselben hier doch nur unter Vorbehalt aufzuführen, da er weder klar genug ausgedrückt, noch durch Belege gestützt wird.

Wie bei den Insecten, so dürfte auch bei den zehnfüssigen Krebsen die Keimblase, im Gegensatz zu der der Vertebraten, aus primären, vom Keimbläschen abstammenden Zellen gebildet sein. Daten zur Stütze dieser Ansicht glaube ich in einer bekannten Arbeit von P. Mayer¹⁾ zu finden. Der noch nicht gefurchte Dotter sowohl, als auch später die Furchungskugeln, enthalten bei Pagurus gut tingirbare Protoplasmanmassen (oder Höfe) mit radiären sich weit verzweigenden dendritischen oder netzförmigen Ausläufern und Kern nebst Kernkörperchen. Diese vom Verfasser als Protoplasma, im Gegensatz zur übrigen oder deutoplasmatischen Substanz des Eies, resp. der Furchungskugeln, bezeichneten Protoplasmanmassen werden direct zu Blastodermelementen, indem sie einfach an die Peripherie der Furchungskugeln wandern. Demnach lägen hier dieselben Verhältnisse vor, wie bei gewissen Insecten (Poduren). Ich hoffe nicht fehl zu gehen, wenn ich die „Protoplasmanmassen“ in den jungen Eiern für Keimbläschen, in den sich furchenden für Keimbläschen-Descendenten, deren strahlige und netzförmige Ausläufer für Pseudopodien halte. (Man vergl. mit einander die Fig. 35, 37, 38, 1—10). Hat diese Deutung das Richtige getroffen, so folgerte hieraus, dass das Decapodenei und seine Furchungskugeln Metacyten seien, während die „Protoplasmanmassen“, resp. die Blastodermelemente die Rangstufe der Cyten einnehmen würden.

Einer separaten kritischen Besprechung wurde meine Keimbläschenthorie von Stossich gewürdigt. Es wird mir daher zur Pflicht hier zwei Aufsätze dieses Forschers zu berücksichtigen²⁾.

1) Mayer, P. Zur Entwicklungsgesch. d. Decapoden. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. XI. (Neue F. IV.) 1877. p. 188—267. Taf. XIII—XV. Man vrgl. besonders p. 195 u. 213.

2) Stossich, M.: Trasformazione della vescica germinativa e sua im-

Nachdem der Verfasser früher ¹⁾ das Ei als einfache Zelle gedeutet, deren Kern der Keimfleck sei und deren Protoplasma sich in zwei Schichten, den Dotter und das Keimbläschen differencirt habe, hält derselbe gegenwärtig das Ei für eine zusammengesetzte Zelle. In Uebereinstimmung mit einzelnen früheren Autoren und in Einklang mit meiner Auffassung bezeichnet er nämlich das Keimbläschen als primäre Eizelle, um welche der Dotter, die Membranen und andere Hüllformen deponirt oder ausgeschieden werden. Die Details seiner hierauf bezüglichen Untersuchungen enthält er uns leider vor. Ferner bestätigt Stossich nach neuen eigenen Beobachtungen am *Serpulaei* (Trasform. p. 208) auch die von mir für *Ascaris* und *Limnaeus* — und auch für Insecten, — nachgewiesene amöboide Beweglichkeit des Keimbläschens. Die grössere Densität des Dotters soll nunmehr nicht die einzige Ursache des Aufsteigens des Keimbläschens gegen die Peripherie des Eies sein, sondern es sollen auch amöboide Bewegungen des Keimbläschens dabei mitwirken. Um so auffallender muss es erscheinen, dass er den Keimfleck stets nur mit rundem, regelmässigem Contour gesehen hat und die bekanntermaassen nicht blos von mir, sondern auch von Andern bei den verschiedensten Thieren constatirten, ganz exquisiten amöboiden Eigenschaften dieses Gebildes leugnet. Dem Gedanken, dass etwa *Serpula* hierin eine Ausnahme mache, würde man gewiss nur mit Widerstreben Raum geben können. Stossich (*La teoria* p. 87) meint die von mir beschriebenen Bewegungen und Theilungen des Keimfleckes könnten nichts anderes als abnorme, durch zu starke Erwärmung der Präparate bedingte Erscheinungen sein. Diese Voraussetzung trifft insofern nicht zu, als ich die Bewegungen des Keimfleckes nicht blos auf dem heizbaren Objecttisch (in den Eierstockseiern von *Periplaneta*, und neuerdings nachträglich auch von viviparen Aphiden), sondern auch, und zwar für gewöhnlich, bei der normalen Temperatur beobachtet habe (*Ueb. das Ei* p. 179). Ich zweifle daher nicht daran, dass es auch unserem Verfasser bei erneuerten,

portanza nella segmentazione del tuorle. Bollettino della Società Adriatica di Scienze naturali in Trieste. Vol. III. 1877. p. 212—228. Tav. I e II, und *La teoria della vescica germinativa*. Ibid. Vol IV: 1878. p. 83—88.

1) Derselbe. *Sopra lo sviluppo delle serpule*. Ibid. Vol. II. p. 276—282. 1 Tav.

anhaltenderen Untersuchungen gelingen wird, die amöboiden Eigenschaften des Keimfleckes zu constatiren, und zwar um so eher, als er bereits selbst Gelegenheit gehabt hat (La teoria p. 87, Transform. Tav. I Fig. 2) ein Keimbläschen mit zwei untereinander verbundenen Keimfleckchen zu sehen. Indem Stossich die Fähigkeit des Keimfleckes sich amöboid zu bewegen leugnet, leugnet er consequenter Weise auch dessen amöboide Vertheilung zur Zeit der Bildung der Richtungsbläschen und dessen Rolle bei der Erzeugung der Kerne dieser letzteren. Es wird ihm übrigens dieser negirende Standpunkt um so leichter, als er die Richtungsbläschen kernlos sein lässt. Als endliches Schicksal des Keimfleckes nimmt er einen Schwund desselben an. — Stossich bekennt sich zu der bereits so oft verlauteten Ansicht, das ganze Keimbläschen werde in Form von Richtungsbläschen ausgeschieden, während ich für das Zurückbleiben seiner Hauptmasse im Dotter eintreten zu können glaube. Es ist schwer zu sagen in wie weit die Ansicht unseres Autors auf Beobachtungen beruht und wie weit sie ins Bereich der Deutungen gehört. Alle von ihm abgebildeten mit Richtungsbläschen versehenen Eier zeigen gleichzeitig auch einen hellen centralen Fleck im Dotter. Ferner ist an den Abbildungen die Gesamtmasse der Richtungsbläschen entschieden viel kleiner dargestellt als das Keimbläschen¹⁾. Schliesslich kann ich Stos-

1) Interessant erscheint mir die von Stossich (Trasf. Taf. I, Fig. 3) gegebene, eine „abnorme Entwicklung der Richtungsbläschen“ darstellende Abbildung. Sie zeigt uns nämlich statt der Richtungsbläschen einen umfangreichen Körper etwa von der Grösse des Keimbläschens. Leider bespricht Stossich das Präparat im Texte nicht. Es liegt aber der Gedanke nahe, dass im gegebenen Falle das Keimbläschen, statt einzelne Knospen an die Oberfläche des Dotters zu entsenden, gleichsam „aus Versehen“ mit seiner ganzen Substanz dem Dotter entschlüpft ist. Der Herr Verfasser hatte übrigens die Freundlichkeit mir auf eine Anfrage hin mitzutheilen, er sei mit dieser Hypothese nicht einverstanden, „denn der ausgestossene Körper hat ein viel grösseres Volum, als das Keimbläschen“. Ueber den vorliegenden Fall schreibt er noch Folgendes: „Fig. 3 meiner Trasformazione bildet eine sehr häufig zu beobachtende Anomalie der Richtungskörper und findet ins Besondere in wenig entwickelten Eiern statt oder in solchen, die einer zu hohen Temperatur ausgesetzt waren (18—24° C.) . .“ Nach meiner Meinung würde das nur ein Vorzeichen des Todes nach erfolgter Befruchtung sein, indem solche Eier in keine Dottertheilung mehr eingehen, sondern bald absterben.

sich den Vorwurf nicht ersparen, dass er meine für die von ihm kritisirte Keimbläschentheorie so wichtige Erklärung des angeblichen Keimbläschenschwundes durch ein amöboides Zerfliessen nicht berücksichtigt; obgleich er ja selbst die amöboide Beweglichkeit am Keimbläschen von *Serpula* nachwies. Beobachtungen, welche etwa meiner Erklärung widersprechen, theilt er nicht mit. — Den statt des Keimbläschens im Dotter, angeblich als Neubildung, auftretenden Körper hält Stossich für einen dem Keimbläschen nicht analogen Kern. Demnach würde einerseits die primäre Eizelle (das Keimbläschen) durch ein morphologisch tiefer stehendes Gebilde ersetzt und avancirte andererseits eine secundäre Ausscheidung (der Dotter) zum Protoplasma einer primären, einfachen Zelle. Die Furchungskugeln wären, dieser Auffassung gemäss, trotz ihrer grossen Uebereinstimmung mit dem ursprünglichen Ei, keine zusammengesetzten, sondern einfache Zellen. Es dürfte schwierig sein, sich diese Vorstellungen zu eigen zu machen. Fasst man die auf Beobachtungen, hauptsächlich an *Serpula*, zum Theil an *Echinus* und *Ascidia* beruhenden kritischen Bemerkungen von Stossich zusammen, so ergiebt sich, dass dieselben nur einzelne Punkte der Keimbläschentheorie berühren. Neue oder wenigstens überzeugend dargelegte ältere gegen die Theorie verwendbare Argumente bringt er nicht.

Eine werthvolle Concession, welche, wie wir oben sahen Stossich mir gegenüber macht, besteht darin, dass er die amöboide Beweglichkeit des Keimbläschens gelten lässt¹⁾. Indem ich diesen Umstand hier noch besonders betone, ergreife ich die Gelegenheit um das nächste Citat hier anzureihen. Es handelt sich

1) Formveränderungen am Keimbläschen, namentlich auch deren Beeinflussung durch Temperaturschwankungen, finden sich, wenn ich nicht irre, zum ersten Male in meiner Abhandlung „Ueber die Eiröhren der Blatta“ (St. Petersburg 1874) verzeichnet, woselbst ich mich allerdings noch mit einiger Reserve ausdrückte. In der 1876 erschienenen russischen Arbeit „Vrgl. Unters. über d. Eiröhren und das Ei d. Insecten“ wurden bereits zahlreiche, mit Bestimmtheit beobachtete, prägnante Fälle von Bewegung des Keimbläschens angeführt und durch Abbildungen illustriert. Später beschrieb ich eingehende ganz exquisite Bewegungerscheinungen am Keimbläschen von *Limnaeus* und namentlich auch *Ascaris nigrovenosa*, und fasste schliesslich alle bisherigen bezüglichlichen Beobachtungen in Kap. VIII der Schrift „Ueber das Ei“ zusammen.

dabei um die Bestätigung oder richtiger, um den selbständigen Nachweis der amöboiden Beweglichkeit des Keimbläschens durch einen so anerkannt hervorragenden Forscher wie C. Vogt¹⁾. Seine Beobachtungen beziehen sich auf das Ei von *Udonella lupi*. Das ganz helle Keimbläschen (Taf. XVI Fig. 8. p. 355) war begrenzt von verschwommenen Rändern und enthielt einen Keimfleck mit scharfen, lichtbrechenden Contouren. Das Keimbläschen änderte langsam, aber beständig, während einer mehrstündigen Beobachtung, seine Gestalt. Diese Gestaltveränderungen waren allerdings so allmählich, dass man sie nicht unmittelbar auffassen, sondern nur, wie die Bewegung des Zeigers einer Uhr, innerhalb einer gegebenen Zeit nachweisen konnte; das Keimbläschen erschien bald rund, bald mehr eiförmig oder auch nach einer Seite hin aufgetrieben. In Folge dieser langsamen Gestaltveränderungen erschien auch die Contour des hellen Keimbläschens bald schärfer ausgesprochen, bald mehr verwaschen. Verfasser sagt ausdrücklich, er habe sich sorgfältig davon überzeugt, dass diese Bewegungen nur in dem Keimbläschen selbst statt hatten und nicht von anderen Eitheilen oder von aussen mitgetheilt waren. „Die Contouren des Eisackes, der Dotterhaut und des Keimfleckes blieben absolut unbeweglich, sie deckten während der ganzen Beobachtungszeit die mittelst der Camera lucida auf das Papier projecirten und dort nachgezeichneten Contouren vollständig, während die Contouren des Keimbläschens beständig ihre Form verschoben“. Diese Gestaltveränderungen des Keimbläschens wurden bei drei Individuen gesehen; weiter reichte das Material nicht aus.

Wie die amöboide Beweglichkeit zu einem Verschwimmen des Keimbläschens und einem einen Schwund vortäuschenden Unsichtbarwerden desselben führen kann, wurde in meinen früheren Publicationen an unreifen Eierstockseiern von *Holostomis phalaenoides* und den reifen Eiern von *Ascaris* und *Limnaeus* demonstriert. Durch die betreffenden Beobachtungen hoffte ich die so langlebige Controverse, ob das Keimbläschen schliesslich zu Grunde gehe oder ob es vielmehr persistire, um sich bei der Embryonalentwicklung zu betheiligen, einer naturgemässen Lösung entgegen

1) Vogt, C.: Ueber die Fortpflanzungsorgane einiger ectoparasitischer mariner Trematoden. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXX. Suppl. (1878) p. 306—342. Taf. XIV—XVI.

zu führen. Und in der That, trotz einiger gegen die Theorie des amöboiden Keimbläsenschwundes gerichteten Angriffe, lässt die Aufeinanderfolge der einschlägigen neuesten Arbeiten einen, wenn auch allmählichen, so doch entschiedenen Umschwung zu Gunsten dieser Theorie nicht verkennen. Es spricht sich dies auch in einzelnen, nicht gerade auf das Keimbläschen, sondern auf gewisse Zellkerne bezüglichen Arbeiten aus: die für das Keimbläschen charakteristischen Bewegungs- und Theilungsphänomene wiederholen sich ja genau auch an Zellkernen (s. unten). Hat aber die Lehre von der amöboiden Keimbläschen- und Kerntheilung gegenwärtig noch nicht das von mir angestrebte allgemeine Bürgerrecht erlangt, so will ich mich gern mit dem Ausspruche trösten: „Die einfachsten Wahrheiten sind es gerade, auf die der Mensch immer erst am spätesten kommt“ (L. Feuerbach). Diese Wahrheiten sind es auch — so könnte man hinzufügen — welche, nachdem sie bereits gefunden, nicht selten auch am schwersten zur Anerkennung gelangen, besonders wenn sie ganze mit Mühe und Fleiss aufgeführte Lehrgebäude reduciren. — Ein Theil der Schuld, dass sich die Theorie der amöboiden Theilung, wie erwähnt, noch keines durchgreifenden Erfolges zu erfreuen hat, liegt übrigens ohne Zweifel darin, dass ich selbst nicht gleich von Haus aus zu genügender Klarheit über alle wesentlicheren, direct oder indirect mit der Keimbläschen- und Kerntheilung verknüpften Phänomene gelangt war. Gegenwärtig liegt die Sache bedeutend günstiger. Es wird mir daher zur Pflicht im vorliegenden Commentar, gelegentlich der kritischen Besprechung mehrerer fremder Publikationen, auch eigene irrthümliche Deutungen zu widerlegen.

Knüpfen wir zunächst an einen Forscher an, welcher die Ei- und Zellbildung zum Gegenstand eines wiederholentlichen ganz speciellen Studiums gemacht hat, nämlich an Mayzel¹⁾. — Zunächst sei einerseits dankbar hervorgehoben, dass der Verfasser — ähnlich wie dies Waldeyer im Virchow'schen Jahresber. 1877 (p. 84) gethan, — meine Theorie der amöboiden Kerntheilung der Auerbach'schen karyolytischen schroff gegenüberstellt. Gern übernehme ich mit der Priorität auch die ganze Verantwortlich-

1) Mayzel, W.: O zjawiskach przy segmentacyi jajek robaków (Nematoda) i ślimaków. Gazeta lekarska. Rok XIII. Nr. 4. T. XXVI. Warszawa, dnia 13 (25) Stycznia 1879 roku. p. 31, 33. (S. auch das Originalreferat in dem Hofmann und Schwalbe'schen Jahresber. für 1878. (Bd. VII.)

keit in Bezug auf die amöboide Kern- und Keimbläschentheilung. — Im Uebrigen wendet sich Mayzel gegen die Auerbach'sche sowohl, als auch gegen meine Theorie. Untersucht wurden von ihm Nematoden und Schnecken, also Objecte, welche auch meinen Beobachtungen zu Grunde lagen. Trotzdem ist von einer Controluntersuchung im strengen Sinne des Wortes nicht die Rede, konnte sich doch Mayzel offenbar nicht dazu entschliessen lebende Eier in indifferenten Flüssigkeiten zu untersuchen, was für eine Widerlegung meiner Angaben unerlässlich zu sein scheint. Er bespricht nämlich ausschliesslich mit Reagentien (Essigsäure mit oder ohne Safraninfärbung und Glycerin) behandelte Präparate. „Nach längeren Bemühungen“ gelang es ihm „auch in den Eiern von *Ascaris nigrovenosa* und *Strongylus auricularis* die fasrige Kernspindel mit körniger äquatorialer Kernplatte und fasrigen Radien um die Spindelpole aufzufinden.“ Aehnlich bei *Limax*. Hierzu muss ich bemerken, dass ich gegenwärtig nicht im Geringsten an der Existenz der vom Verfasser beobachteten Bilder zweifle, vielmehr behaupten möchte, dass sie meinen Beobachtungen am lebenden Ei keineswegs widersprechen. Die sogen. Kernspindel besteht nämlich meiner Meinung nach aus glatten oder mehr oder weniger varicösen Substanzbrücken, welche zwischen beiden Portionen eines sich amöboid theilenden Kerngebildes ausgespannt sein können. Das Zustandekommen solcher Substanzbrücken dürfte ein sehr einfaches sein: die protoplasmatische, und als solche anerkanntermassen viscöse Kernsubstanz zieht sich bei der Theilung in Fäden aus, genau so wie Syrup oder dickflüssiges Harz. Auch sich begegnende und kreuzende, zum Theil zusammenstossende und mit einander verschmelzende Pseudopodien scheinen an der Bildung der Kernspindel zu participiren (Kernplatte). Indem ich diese Erklärung ausspreche, verwerfe ich gleichzeitig eine frühere Deutung, laut welcher die Kernspindel im Ei von der collabirten, in Parallelfalten gelegten Keimbläschenmembran herrühren sollte (Ueb. d. Ei p. 178, 179). „Beim Eintritt der Embryonalentwicklung, — so war ich nämlich geneigt anzunehmen, — sprengt das Keimbläschen, indem es sich energisch bewegt, namentlich in die Länge zieht, seine Hülle und wird frei, die Hülle aber collabirt und bleibt als sogen. Kernspindel (Bütschli) im Dotter liegen“. War dieser hier gesperrt gedruckte Nachsatz auch nicht ganz unmotivirt in die Welt geschickt, so beeile ich mich

nichts desto weniger ihn als irrig zurückzunehmen: die Lecture neuerer Arbeiten sowohl als auch Autopsie belehrten mich bald eines Besseren. Durch die so eben abgegebene Erklärung widerrufe ich eo ipso auch eine a. a. O. p. 184 gethane Aeusserung, nach welcher spindel- und tonnenförmige Gebilde nicht entstehen könnten, wenn die sich theilenden Kerne hüllenlose sind. Am klarsten wurde das Zustandekommen der Spindeln und Tönnchen für lebende Zellen von Peremeschko in einer weiter unten noch zu berücksichtigenden Arbeit geschildert; während über die wahren Beziehungen der geplatzen Keimbläschenmembran zu diesen Gebilden gewisse von Fol abgebildete Präparate vorzüglichem Aufschluss geben.

Wenden wir uns nunmehr dem Memoire des letztgenannten Forschers ¹⁾ zu, so ist es abermals die Frage nach der amöboiden Veränderlichkeit des Keimbläschens, welche hier in erster Linie unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nimmt. Obgleich die amöboide Beweglichkeit des Keimbläschens sowohl durch meine eigenen, als auch fremde Beobachtungen vollkommen erwiesen wurde, zweifelt Fol an derselben. Er nimmt nämlich an, es könnten die im Ascaridenei als amöboid befundenen Phänomene durch das bei der Untersuchung verwandte Hühnereiweiss bedingt sein. Wollte man nun auch, den vielfachen Erfahrungen zum Trotz, jene Substanz, in welcher das Hühnchen sich ungestört entwickelt und auch Ascariden und Insecteneier so lange am Leben bleiben, zu den dem Keimbläschen schädlichen Stoffen zählen, so wird man wenigstens dasselbe nicht auch für das Insectenblut bei Untersuchung von Insecteneiern und das eigene Eiweiss bei Untersuchung von Limnaeus-eiern behaupten können. Uebrigens citirt Fol (Nachtrag p. 284) nur meine beiden kleinen in der Zeitschr. f. wiss. Zool. gedruckten Aufsätze über *Ascaris* und *Limnaeus* und lässt meine übrigen Publikationen unberücksichtigt.

Wie für so manche amöboide Elementarorganismen, so steht auch für das Keimbläschen die Fähigkeit fest selbständig in Stücke zu zerfallen und sich aus diesen Stücken durch Zusammenfliessen wieder aufzubauen. Am *Ascaridenei* wurden die Phänomene na-

1) Fol, H., *Recherches sur la fécondation et le commencement de l'Hénogénie chez divers animaux.* Genève-Bâle-Lyon. 1879. 4. 309 S. 9 Taf. (Aus den Mémoires de la Soc. de Physique et l'hist. nat. de Genève.)

mentlich mit der grössten Deutlichkeit gesehen. Der mehrmals hintereinander in ein und demselben Ei verfolgte amöboide Zerfall des Keimbläschens und dessen jedesmaliger Wiederaufbau unter den Erscheinungen der Bütschli-Auerbach'schen Conjugation eines sogen. männlichen und weiblichen Pronucleus, veranlassten mich seiner Zeit die Conjugation zweier sexuell verschiedenen Kerne für *Ascaris nigrovenosa* zu leugnen. Es war diese Negation um so weniger unmotivirt, als damals die Umwandlung von Spermatozoen in kernartige Gebilde als blosser Hypothese erschien und ich ja in der genannten Ascaridenart ein der Parthenogenese stark verdächtiges Thier vor mir hatte¹⁾. Allbekannte spätere

1) Es dürfte hier der Ort sein, einige ganz neue Beobachtungen von Greeff an einem auch Fol bekannten Objekte, dem Ei der Seesterne einzuflechten. (Greeff, R. Ueber den Bau und die Entwickl. d. Echinodermen. 6. Mitth., Entwickl. von *Asterias (Asteracanthion) rubens*. Sitzungsber. der Ges. z. Beförd. d. ges. Naturw. zu Marburg 1879. Nr. 4. p. 47—52). Der Verfasser bemerkt ausdrücklich, dass die hier zu referirenden Entwicklungserscheinungen, seiner Meinung nach, an sicher unbefruchteten Eiern verfolgt wurden. Nach Ausstossung der Richtungsbläschen zieht sich „das helle Feld des Keimbläschenrestes“ mehr zusammen und von der Peripherie zurück. Bald darauf erscheint an derselben Stelle ein heller runder Fleck, um den die Dottersubstanz nach allen Seiten strahlenförmig sich anordnet. Neben dieser ersten erscheint dann häufig, aber nicht immer, entweder gleichzeitig oder bald nachher, noch eine zweite ähnliche Strahlenfigur. Diese beiden Strahlenfiguren nähern sich, wie Greeff wiederholentlich Schritt für Schritt verfolgt hat, langsam, treffen aufeinander um sich schliesslich zu vereinigen. So entsteht aus den beiden Strahlenfiguren eine einzige, die nun allmählich mit immer mehr sich ausdehnenden Strahlen in das Centrum des Eies rückt. Dann lässt die Strahlung allmählich nach, indem zu gleicher Zeit das helle Centrum sich etwas erweitert. „Diese ganze Verschmelzung nach Ausstossung der Richtungskörperchen erinnert auffallend an die Vorgänge bei der Vereinigung des „Eikerns“ mit dem „Spermakern“ wie wir sie durch die ausgezeichneten Beobachtungen von O. Hertwig, Fol u. A. kennen gelernt haben.“ — Bei dieser Gelegenheit kann ich nicht umhin, den Leser noch auf folgende Wahrnehmungen Greeff's aufmerksam zu machen: 1) einen im reifen Ei beobachteten Zerfall des Keimfleckes mit nachfolgender Wiedervereinigung dieser Theilstücke, 2) ein Unregelmässigwerden des Keimbläschens, wobei sich Einbuchtungen und Zacken an demselben bilden, 3) die Bildung der Richtungsbläschen vom Keimbläschen aus, 4) das Zurückziehen des von Strahlen umgebenen, unregelmässigen Keimbläschenrestes ins Innere des Dotters, 5) das Erscheinen der vorerwähnten runden Strahlensonne an derselben Stelle und

Arbeiten, in denen der directe Beweis einer Umwandlung der ins Ei eingedrungenen Zoospermien in ein kernartiges Gebilde geführt wurde, mussten nothgedrungen modificirend auf meine Anschauungen einwirken. Aus Raumparsniss habe ich im Schlusskapitel der Schrift „Ueber d. Ei“ leider verabsäumt, die unterdessen nachgewiesenen Befruchtungsvorgänge zu besprechen. Die gegen mich gerichteten Bemerkungen von Fol geben daher eine erwünschte Veranlassung zur stricteren Formulirung meiner neueren Ansichten. Indem ich nach wie vor an der amöboiden Beweglichkeit des Keimbläschens, seinem gelegentlichen Zerfall in gleichfalls amöboide Theilstücke, ferner an der Wiedervereinigung der letzteren festhalte, lasse ich gegenwärtig ausserdem noch eine Umgestaltung der in den Dotter eingedrungenen Zoospermien zu kleinen „Amöben“ und deren Verschmelzung mit dem Keimbläschen gelten. Die äusseren Phänomene sind und müssen auch im Wesentlichen dieselben sein, gleichviel ob zwei Theilstücke des Keimbläschens oder ein „Spermakern“ mit einem „Eikern“ sich vereinigt. In einem sowohl, als auch in dem anderen Falle geht diese Vereinigung (Verschmelzung) unter der Bildung von häufig strahligen Pseudopodien vor sich. Man ersieht hieraus wie weit ich von einer Negation der neueren Copulationsbefunde entfernt bin. Und in der That, ich glaube vielmehr, dass durch diese Befunde, wenn auch nicht das Wesen, so doch das Aeusserliche der Befruchtungsvorgänge in trefflicher Weise aufgehellet wird. Letzteres gilt namentlich auch von den sehr bestimmten Beobachtungen von Fol, welchen ich gern die gebührende Gerechtigkeit wiederfahren lasse.

In dem Mémoire unseres Verfassers findet sich ferner so manches für die Keimbläschentheorie des Eies Verwerthbare, allerdings nicht unter den Deutungen, sondern unter den thatsächlichen Befunden. Ich will es daher versuchen in diesem Sinne über Fol's Angaben zu referiren und, wo dies nöthig scheint, dieselben zu periphrasiren. Als Ausgangspunkt der Betrachtungen wählte ich das zeitweilig ruhende, encystirte ¹⁾ Keimbläschen. Dasselbe durch-

6) den Nachweis von Resten des Keimflecks im Keimbläschenreste, resp. der aus demselben entstandenen Strahlensonne. Wie selbstverständlich, deute ich diese von Greeff sehr objectiv dargestellten Erscheinungen als amöboide Bewegungsphänomene.

1) „Ueber das Ei“ p. 177. Es scheint sehr fraglich, ob das Keim-

bricht seine Hülle und kriecht oder quillt aus derselben hervor. In dem auf Taf. I Fig. 2—6 abgebildeten bei *Asterias* beobachteten Falle, wurde die Hülle wahrscheinlich an mehreren Stellen gesprengt, während an den auf Taf. VII Fig. 17 u. 18 dargestellten schönen Präparaten des *Pterotrachea*-Eies das Keimbläschen durch zwei einander gegenüberliegende Risse seine schützende Hülle verlässt. Die entleerte Membran oder Cyste bleibt als geknülltes, geschrumpftes oder zeretztes Häutchen im Dotter liegen (Taf. II, V). Schon während, und sodann nach seiner Encystirung, führt das Keimbläschen amöboide Bewegungen aus, eine Erscheinung, welche von Fol (Taf. I Fig. 2—8) zwar Stunden lang verfolgt, ihrer wahren Natur nach jedoch verkannt wurde. Es bietet das Keimbläschen bald eine klumpen- oder wolkenförmige, bald eine einfach- oder doppelsternförmige, durch lange strahlige Pseudopodien ausgezeichnete Gestalt (Taf. I Fig. 2—5, 16; Taf. VII Fig. 17, 18).

Die Richtungsbläschen entstehen — entweder vor oder nach der Befruchtung — auf eine früher schon häufig (so auch von mir für *Limnaeus*) beschriebene Weise, nämlich durch Abschnürung vom Keimbläschen ¹⁾. Sie sind dessen erste Descendenten. Ihr Aussehen ist das von Zellen.

Was die Befruchtungsphänomene anbetrifft, so verfolgte unser Verfasser zunächst mit grosser Deutlichkeit das Eindringen der Zoospermien in den Dotter. Hier sah er dieselben ihre Gestalt ändern und an der Stelle, wo das Zoosperm eindrang, nunmehr den sogen. Pronucleus masculinus entstehen. Fol räumt nicht bloss die directe Betheiligung der Zoospermien am Zustandekommen des Pronucleus ein, sondern sagt geradezu, man könne den letzteren

bläschen bei allen Thieren eine Ruheperiode durchmacht. Jedenfalls ist aber die Encystirung des Keimbläschens eine morphologisch nicht wesentliche Erscheinung.

1) Mit Absicht vermeide ich die Ausdrücke: Eikern, weiblicher und männlicher Vorkern, erster Furchungskern und rede für die Zeit vor und nach der Befruchtung, vor und nach Abgabe der Richtungsbläschen immer nur vom Keimbläschen: beide Vorgänge, von denen der eine die Substanz des Keimbläschens vergrössert, der andere sie verkleinert, sind keine durchweg allen Thierformen zukommende Erscheinungen, sondern können sogar gleichzeitig fehlen (z. B. im parthenogenetisch sich entwickelnden *Aphidenei*- und dürften daher ohne fundamentale morphologische Aenderung des Keimbläschens verlaufen.

beim Seeigel für ein „zoosperme gonflé“ halten, da er hier nicht viel grösser, als ein Saamenkörperchen ist. Im Uebrigen erblickt er in der Entstehung des Pronucleus masculinus eine Fusion des veränderten Zoosperms mit Dottersarcode. Modificiren wir diese Deutung um ein Geringes, so können wir wohl mit demselben Rechte annehmen, das Zoosperm verwandle sich direct in den sogen. Nucleus einfach durch Einziehen seiner Flimmergürtel und Rückkehr zur ursprünglichen Zellenform, resp. durch Umgestaltung zu einem amöboiden Gebilde ¹⁾. Die Vergrösserung des letzteren könnten wir hiebei theils auf eine Quellung, theils auf ein einfaches rasches Wachsthum zurückführen. Den Thatsachen wird, wie mir scheint, durch diese Deutung kein Zwang angethan. — Ein ähnliches Raisonnement, wie für den Pronucleus masculinus, lässt sich auch auf den Pronucleus femininus anwenden. Fol leugnet nämlich keineswegs die Betheiligung des nach Ausstossung der Richtungsbläschen zurückbleibenden Keimbläschenrestes an der Bildung des Pronucleus femininus. Er meint vielmehr blos dieser Rest wäre zu klein, um an und für sich diesen Pronucleus zu bilden, und lässt ihn sich daher, gleich dem P. masculinus, auf Kosten der Dottersarkode vergrössern. Nehmen wir auch hier die Vergrösserung einfach als Wachsthum, — und zwischen der von mir verteidigten Auffassung und den Befunden unseres Verfassers ist eine vollständige Harmonie hergestellt. — Wodurch wird nun aber die gegenseitige Annäherung der beiden „Pronuclei“ bewirkt? Die einfachste Antwort dürfte in der Hypothese bestehen, dass die strahlenförmigen Pseudopodien beider amöboiden Elemente mit einander verschmelzen, sich contrahiren und so allmählich zu einer Fusion der „Pronuclei“ führen, wie sie im Reiche der Protisten ihre Analogien hat (Protomyxa). Der Befruchtungsvorgang besteht seiner äusseren Erscheinung nach in einem Verschmelzen zweier morphologisch gleichwerthiger und einander homologer Elementarorganismen, des Keimbläschens und des Samenelementes. Es resultirt daraus ein gemeinsames, abermals einfaches, den beiden

1) Das Einziehen des Spermatozoen-Schwänzchens wurde zuerst von Owsjannikow (Ueber d. Entwickl. u. d. histol. Bau d. Fischspermatozoen. Abhandl. d. I. Vers. russ. Naturf. St. Petersburg. 1868. Russisch), und dann von mir (Anat.-histol. Unters. üb. d. Sipunculus nudus. St. Petersburg. 1870. Mémoires de l'Acad. d. Sc. VII s. T. XVI Nr. 8. p. 35) experimentell nachgewiesen.

Componenten morphologisch gleichwerthiges Gebilde. Für diese Gleichwerthigkeit spricht bereits die directe Beobachtung, auch wird sie, wie oben bereits angedeutet, durch die Existenz parthenogenetisch sich entwickelnder Eier postulirt. Wir können daher, wie gleichfalls oben bemerkt, fortfahren auch nach erfolgter Befruchtung schlechtweg vom Keimbläschen zu reden; wenn wir nicht etwa den etwas längeren Ausdruck „befruchtetes Keimbläschen“ bevorzugen wollen. — Durch obige Betrachtungen dürfte die principielle Uebereinstimmung der Befruchtung mit der Conjugation und deren allmähliche Uebergänge in einander, wie sie sich namentlich aus dem Studium niederer Algen ¹⁾ ergibt, weiter ausgebaut werden.

Nach seiner Vereinigung mit dem Samenelement geht das Keimbläschen in den von Fol untersuchten Eiern offenbar abermals in ein Ruhestadium über, denn es bildet sich an seiner Peripherie eine neue Membran. — Die Eifurchung lässt Fol (Taf. VI. Fig. 1. p. 166) durch das Auftreten einer hellen Substanz im Umkreis des „Kerns“, alias Keimbläschens, eingeleitet werden. Ich möchte diese mit hellen radienförmigen Streifen besetzte Masse für das von neuem aus seiner Kapsel getretene, Pseudopodien ausstrahlende Keimbläschen selbst halten. In dieser Deutung bestärkt mich der Umstand, dass zur gegebenen Zeit die Substanz des „Kernes“ nicht mehr so deutlich, wie früher erschien, während seine Contouren, resp. seine Membran noch regelmässig und gut sichtbar waren. Lässt man diese Deutung gelten, so stimmen auch die nach dem lebenden Ei gezeichneten Abbildungen der Tafel VI ganz gut mit denen nach gehärteten Präparaten auf Taf. VII entworfenen überein, was sonst nicht der Fall ist. Auf den correspondirenden Figg. der Taf. VII ist nämlich von einer besonderen, von der ausgetretenen Keimbläschensubstanz unabhängigen Sarcodemasse nichts zu sehen, und soll es die Keimbläschensubstanz selber sein, welche die Strahlen entsendet. Liegt darin nicht ein Widerspruch? Die Figuren der Tafel VI (Toxopneustes) widersprechen übrigens, wenn man den Deutungen und dem eigenen Geständniss des Verfassers (p. 189) Glauben schenkt, auch denen der Taf. IX. (Pterotrachea). Aller-

1) Man vgl. Pringsheim: Ueber Paarung von Schwärmsporen, die morpholog. Grundform d. Zeugung im Pflanzenreiche. Monatsber. d. K. Akad. d. Wiss. zu Berlin. 1869. p. 721—738. 1 Tafel.

dings findet sich hier wie dort im Umkreis des Kernes eine helle Sarcodemasse angegeben; doch sollen bei *Toxopneustes*, wie bereits oben erwähnt, Strahlen von dieser Masse entspringen und sich im Dotter verbreiten, bei *Pterotrachea* hingegen von der Kernsubstanz selbst ausgehen und sich in der Sarcodemasse vertheilen. Indem ich bei dieser Gelegenheit nochmals meine Deutung der erwähnten Sarcodemasse auf Taf. VI als Keimbläschen-substanz wiederhole, möchte ich hingegen die Sarcodemasse der Taf. VII für körnchenfreie Partien des Dotters erklären. Ist diese Lesart wohl die richtige? — Wie selbstredend, möchte ich die beiden ersten Furchungskerne direct durch Theilung des Keimbläschens unter dem Bilde eines Amphiaster hervorgehen lassen. Aehnlich entstehen auch die Furchungskerne weiterer Ordnungen. Ihre Volumzunahme kann einfach als Wachsthum gedeutet werden.

Wie gewiss mit vollem Rechte anerkannt, bietet der Zellkern eine grosse Uebereinstimmung mit dem Keimbläschen dar. Es wird dieselbe, wie mir scheint, wenig durch die Controverse tangirt ob das Keimbläschen selbst nur ein Kern oder eine primäre Zelle sei und ob es überhaupt neben primären auch secundäre Zellen gibt. In Bezug auf den umgebenden Furchungsdotter spielt das Keimbläschen jedenfalls die Rolle eines Kernes und auch seine Lebensthätigkeit entspricht der eines beliebigen Zellkerns. Im Anschluss an die Bewegungsphänomene der Eitheile gab ich daher auf den drei letzten Seiten der Schrift „Ueb. d. Ei“ eine Zusammenstellung des mir damals durch fremde und eigene Beobachtungen über die Beweglichkeit der Kerngebilde Bekannten. Als Supplement hierzu sollen in Nachstehendem einige neuere ausschliesslich fremde Angaben besprochen werden.

Zur Constatirung der amöboiden Kernthätigkeit an Blutkörperchen prüfte Stricker ¹⁾ das Blut von Fröschen und Tritonen, und zwar ausserhalb des Organismus, in dünner Schicht auf dem Objectträger ausgebreitet. Zweckmässiger wäre es wohl gewesen, wie auch ich es gethan, die Lebensthätigkeit der Blutkörperchenkerne am lebenden Frosche innerhalb der Gefässe, bei künstlich

1) Stricker, S., Beobachtungen üb. d. Entstehung des Zellkerns. Sitzungsber. d. K. Acad. d. Wiss. mathem.-naturw. Cl. Bd. LXXVI. 1877. Abth. 3. H. 1 u. 2. p. 7—28.

stagnirtem Strom zu beobachten. Statt der von mir gewählten Schwimnhaut, hätte, der grösseren Durchsichtigkeit halber, das mit Serum befeuchtete Mesenterium verwandt werden können. Während ich ¹⁾ die Kerne der rothen Blutkörperchen des Frosches beobachtete, richtete Stricker sein Augenmerk auf die der farblosen. Auch hier wurden amöboide Gestaltveränderungen des Kernes zunächst bei Triton verfolgt. „Vollends sein inneres Gerüste ist an ganz frischen Präparaten in einer ununterbrochenen Bewegung begriffen.“ Dieses Gerüste möchte ich als Verzweigungen des Kernkörperchens deuten. Stricker redet von einer Membran des Kerns. Widersprechen aber die ausgiebigen Gestaltveränderungen nicht der Existenz einer solchen? Uebrigens wäre es auch möglich, dass der Kern sich nur temporär mit einer Membran bekleidete (Encystirung). Letzteres ist um so wahrscheinlicher, als Stricker von einem Durchbrechen der Kernmembran, ihrem zeitweiligen Aufsitzen auf einem amöboiden Klumpen, zu vergleichen dem Schneckenhaus auf der frei umherkriechenden Schnecke, redet. Auch in mehrere Stücke kann die Kernhülle zerreißen. Uebrigens sollen ursprünglich nackte Kerne gleichfalls vorkommen. Befremdend klingt folgende Angabe. In den einkernigen farblosen Blutkörperchen von Rana, namentlich in ganz frischen, — und zwar an den spindelförmigen Blutkörperchen ausnahmslos, — ist es dem Verfasser aufgefallen, „dass die Protoplasmazone der einkernigen Zellen verschwunden ist, und zwar unter Umständen, die keine andere Annahme zuliessen, als dass das Protoplasma sich in das Innere des Kernes zurückgezogen habe.“ Dieser Passus ist mir unklar geblieben. — An den „sehr beweglichen“ farblosen Blutkörperchen, welche Verfasser als besondere Kategorie hinstellt, beschreibt er für Rana und Triton ein Verschmelzen, Zerfliessen zu Nebel, Wiederaufbauen von Kernen, ganz wie auch ich es so vielfach an verschiedenen Objecten gesehen habe. Statt nun aber bei der amöboiden Thätigkeit stehen zu bleiben, schliesst er (p. 17) auf ein Entstehen und Schwinden und Wiederbilden „in dem Zelleibe aus Bestandtheilen des Zelleibes“. Die Kerne „sind vorübergehend abgekapselte Theile des Zelleibes.“

1) Brandt, A., Ueber d. Eiröhren d. Blatta (Periplaneta) orientalis. St. Petersburg. 1874. Mémoires de l'Acad. d. Sc. VII. sér. T. XXI. Nr. 12. Cf. p. 18—29 und Bemerk. über d. Kerne d. rothen Blutkörperchen. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XIII. (1876) Cf. p. 393.

Im Anschluss an die soeben referirte Publikation beobachtete Unger¹⁾ amöboide Kernbewegungen an folgenden Objecten: den Epithelien der Nickhaut, der Zunge, der Schleimhaut des Mundes, Magens und Darms, an den quergestreiften und glatten Muskelfasern und den Zellen der Spinalganglien. Entzündungserregende Reize verstärkten, resp. veranlassten von neuem diese Bewegungen.

Ferner bespricht auch Török (l. c. p. 761) beiläufig lebhaftere Kernbewegungen und zwar in den Embryonalzellen von Siredon, welche auf einem heizbaren Objecttische bei 20—30° C. in Eigelerte untersucht wurden.

Wie jetzt die Sachen stehen, kann man die amöboide Beweglichkeit wohl als erwiesene Grundeigenschaft sämmtlicher Kerne hinstellen, genau so wie dies bisher für den Zellenleib angenommen wird. Mithin kann auch ein jeder im gegebenen Moment nicht die dem hydrostatischen Gleichgewichte entsprechende Kugelform bietende Kern einer amöboiden Thätigkeit verdächtigt werden (Ueb. d. Ei p. 184). Ich erinnere z. B. an die verästelten Kerne, die sich in grosser Verbreitung bei den Insecten finden; namentlich im Mastdarm, den Hautdrüsen, Spinn- und Malpighi'schen Gefässen²⁾.

Einmal anerkannt, führt die amöboide Lebensthätigkeit der Kerngebilde fast mit zwingender Nothwendigkeit zur Vermuthung, es könne die Vermehrung der Kerne mit deren amöboider Thätigkeit zusammenhängen; denn verhält es sich nicht ähnlich auch bei der Theilung des Zellenleibes? Von besonderer Wichtigkeit zur weiteren Begründung dieser Ansicht sind zwei neue Aufsätze von Schleicher und Peremeschko. Ersterer³⁾ beobachtete an lebenden Knorpelzellen ganz exquisite Bewegungen des Kernes. Unter Auflösung und Zerstückelung der Membran — (man vergleiche das weiter oben nach Stricker Mitgetheilte), — sah er den Kern in ein amöboides Bewegungsstadium (Karyokinesis) treten, wohl auch in Stäbchen, Körnchen u. s. w. zerfallen; deren amöboide Be-

1) Unger, L., Ueber amöboide Kernbewegungen in normalen und entzündeten Geweben. Oesterreichische med. Jahrb. 1878. Heft 3. (Citirt nach Waldeyer's Jahresber.)

2) Schindler, E., Beiträge z. Kenntniss der Malpighi'schen Gefässe der Insecten. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXX p. 652.

3) Schleicher, W., Die Knorpelzelltheilung. Ein Beitrag zur Lehre der Theilung von Gewebszellen. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. XVI (1878). p. 248—300. Taf. XII—XIV.

weglichkeit der Verfasser gleichfalls verfolgte. Einen Zweck der amöboiden Karyokinesis erblickt er in der Aufnahme von Protoplasttheilchen (Wachsthum). Die Tochterkerne entstehen, wie dies Schleicher an zahlreichen Präparaten beobachtete und durch Abbildungen illustrierte, durch amöboide Theilung des Mutterkerns; eine Karyolyse und Karyopalingenese existirt nicht.

Unabhängig von seinen Vorgängern hat auch Peremeschko¹⁾ dieselben Erfahrungen über die Phänomene der Kern- und Zelltheilung machen können. Als Untersuchungsobjecte dienten ihm: Epithelzellen der Epidermis, sternförmige Bindegewebszellen, ferner farblose Blutkörperchen und jene spindelförmigen Zellen, aus welchen sich die Kapillaren entwickeln. Diese Elemente wurden am Schwanz junger Tritonlarven und zwar theils direct an lebenden, theils an mit Reagentien behandelten Thieren beobachtet. Am lebenden fand er überall manigfaltige, sehr ausgesprochene Gestaltveränderungen des Kernes. Diese Phänomene sind namentlich auch während der Zelltheilung so prägnant, dass Peremeschko gewiss mit vollem Recht u. a. schreibt: „wir würden also bei dem Theilungsvorgange des Kernes mit sehr complicirten und anhaltenden amöboiden (?) Bewegungen desselben zu thun haben.“ Das Fragezeichen hätte er gewiss weggelassen, wenn er mit den früheren Literaturangaben über die amöboide Beweglichkeit des Zellkerns bekannt gewesen wäre.

Im Anschluss an die so eben besprochenen Aufsätze soll, wenn auch nur kurz, auf eine reichhaltige Arbeit von Flemming²⁾ verwiesen werden. Dieselbe zeigt aufs deutlichste, wie sehr die bisherigen Darstellungen der Kernspindeln, Kernplatten u. s. w. schematisirt und ihr Auftreten mehr als nöthig generalisirt wurde. Aus Raumersparniss begnüge ich mich mit diesem kurzen Hinweis; doch möchte ich mir noch eine persönliche Bemerkung erlauben. Flemming citirt zwar zwei meiner Arbeiten, würdigt sie jedoch keiner Analyse, weil sie angeblich nicht Zellen fertiger höher organisirter Thiere betreffen. Ich bedauere dieses ausweichende Verhalten um so mehr, als die thatsächlichen Wahrnehmungen des Verfassers sich vortrefflich der Amöboidtheorie subsummiren lies-

1) Peremeschko, P., Ueb. d. Theilung der thierischen Zellen. Ibid. p. 437—457, Taf. XIX.

2) Flemming, Beitr. z. Kenntn. d. Zelle und ihrer Lebenserscheinungen. Ibid. p. 302—436. Taf. XV—XVIII.

sen, namentlich, so zu sagen, eine Brücke von der karyolytisch-palingenetischen Ansicht zu dieser Theorie darstellen dürften.

Als rother Faden zieht durch mehrere Kapitel meiner Schrift „Ueber das Ei“ die Auffassung des Keimbläschens als primäre Zelle, im Gegensatz zum ganzen Ei und anderen complicirteren, häufig, namentlich bei den höheren Thieren, die Mehrzahl der Gewebe zusammensetzenden secundären Zellen. Nicht ohne langes Widerstreben konnte ich mich dazu entschliessen, die primäre Zellennatur des Keimbläschens zu proclamiren, stand sie doch zu sehr mit den seit längerer Zeit gang und gäbe gewordenen Auffassungen in Opposition. Trotz der scheinbaren Sorgfalt der zu Grunde liegenden Beobachtungen, hätte ich mich gescheut, mit meiner Ansicht vom morphologischen Werth des Keimbläschens vor die Oeffentlichkeit zu treten, wenn dieselbe neu gewesen wäre. Letzteres ist nun aber bekanntlich nicht der Fall, vielmehr war die betreffende Ansicht ehemals die herrschende und zählt noch gegenwärtig manchen Vertreter. Es dürfte hier nicht am Platze sein, nochmals die fremden und eigenen Argumente zu Gunsten der primären Zellennatur des Keimbläschens im einzelnen anzuführen. Eines derselben liegt in der Existenz zweifacher, einen verschiedenen morphologischen Werth darbietender Elemente im sich entwickelnden Insectenei, nämlich der Blastodermzellen und der Dotterballen (Furchungskugeln). Erstere halte ich für ausschliesslich vom Keimbläschen ableitbare, primäre, letztere durch Umlagerung von überschüssigen Blastodermzellen entstandene secundäre Zellen. In Bezug auf diesen relativen Werth der Blastodermzellen und Dotterballen fand ich einen Opponenten in Bobretzky. Zur Widerlegung seiner Einwände sollte hauptsächlich der Commentar I dienen. In demselben findet sich übrigens zum Schluss noch ein Citat aus einer vorläufigen Mittheilung von Graber. Es liess sich daraus entnehmen, dass dieser Forscher, gleich mir, die Blastodermelemente als einfache Descendenten des Keimbläschens auffasst. Doch nicht lange war es mir vergönnt, mich von ihm bestätigt zu wähnen; denn schon bei der nächsten Gelegenheit¹⁾ schweigt derselbe seine eben erwähnte Ansicht todt und

1) Graber, V. Die Insecten. Th. II in: „Die Naturkräfte“. Bd. XXII. 2. Hälfte. München 1879. p. 382.

lässt nunmehr die Blastodermelemente durch Theilung nicht des Keimbläschens allein, sondern auch einer dasselbe umgebenden Sphäre von Bildungsdotter entstehen.

Mit voller Bereitwilligkeit gebe ich zu, dass die Lehre von der Existenz primärer und secundärer Zellen und die Zugehörigkeit des Keimbläschens zur ersten dieser beiden Categorien noch mancher näheren Begründung bedarf. Mit um so grösserer Zuversicht wage ich es einen weiteren Hauptsatz der Keimbläschentheorie des Eies hervorzuheben, nämlich die Persistenz des Keimbläschens. Das Keimbläschen, ein vom mütterlichen Organismus überkommenes Element, ob Kern, ob Zelle, gleichviel nimmt durch seine Vermehrung Theil am Aufbau des Embryos und hilft somit die Continuität der Individuen von Generation zu Generation sichern. Die das Keimbläschen betreffende „Discontinuitätslehre“ entsprang — so möchte ich annehmen, — aus der Unkenntniss einer der fundamentalsten Lebenserscheinungen des Keimbläschens, seiner amöboiden Beweglichkeit. Wenn ich meinen Bemühungen auf dem Gebiete der wissenschaftlichen Oologie ein Verdienst anmassen dürfte, so möchte dasselbe in dem genaueren Nachweise dieser Lebenserscheinungen liegen, namentlich auch der Fähigkeit des Keimbläschens bis zur Unkenntlichkeit amöboid zu zerfliessen. Eine berühmte Controverse, welche fast so alt wie die Entdeckung des Keimbläschens ist, kommt hierdurch zum versöhnlichen Ausgleich. Vor Eintritt der Embryonalentwicklung kann nämlich das Keimbläschen schwinden oder auch nicht; unter seinem Schwinden ist jedoch kein Zugrundegehen, sondern nur ein Entschwinden, d. h. ein zeitweiliges amöboides Undeutlichwerden zu verstehen. Eine weitere alte, noch gegenwärtig von manchen Forschern vertretene Ansicht über das endgültige Schicksal des Keimbläschens, nämlich seine Expulsion aus dem Dotter, ist dahin zu berichtigen, dass dieses Gebilde allerdings bei vielen Thieren an die Peripherie des Eies tritt und hier durch Selbsttheilung resp. Knospung die sog. Richtungsbläschen abgibt, seiner Hauptmasse nach hingegen im Dotter zurückbleibt, und zwar häufig als amöboid contourirter, daher schwer wahrnehmbarer Körper. In diesem Sinne wurde das Endschicksal des Keimbläschens in meinen bisherigen Publicationen besprochen und auch in beiden vorstehenden Commentaren nach neuen fremden Angaben demonstrirt. Sollte ich in meinen Deutungen fremder Mittheilungen, wie dies leicht möglich, hier und da im Ein-

zelen nicht das Richtige getroffen haben, so rechne ich auf die Nachsicht der Fachgenossen, welche ja die Schwierigkeiten des vorliegenden Gegenstandes beurtheilen können.

Auch bei der Erklärung der Vermehrungsvorgänge am Keimbläschen und seinen Descendenten, den Furchungskernen, ist deren amöboide Beweglichkeit durchaus in Anschlag zu bringen; weil ja überhaupt die physiologischen Eigenschaften eines jeden Wesens für seine weiteren Schicksale mit massgebend zu sein pflegen. Stets vollzieht sich die Vermehrung der sog. Furchungskerne unter amöboiden Bewegungen durch Theilung. An zeitweilig ruhenden Keimbläschen und Furchungskernen können sich temporäre Membrane (Cysten) ausscheiden, aus denen dann später das encystirte Gebilde unter amöboiden Bewegungen hervorquillt.

Bei den Befruchtungsvorgängen kommen gleichfalls amöboide Bewegungen in Betracht, und zwar nicht blos an den zu einem Klümpchen contrahirten Spermatozoen, sondern auch am Keimbläschen. Nicht jede Annäherung und Verschmelzung zweier kernähnlicher Gebilde im Ei ist mit Nothwendigkeit eine Conjugation oder Befruchtung; denn es können sich auch durch einen amöboiden Zerfall des Keimbläschens entstehende Körper wieder amöboid mit einander vereinigen. Die wahren Conjugations- oder Befruchtungsvorgänge im Ei scheinen in einer amöboiden Annäherung und darauffolgenden Verschmelzung zweier, meiner Ansicht nach, morphologisch gleichwerthigen Gebilde, des Keimbläschens nämlich und eines (oder auch mehrerer) Spermatozoen zu bestehen. Die parthenogenetische Entwicklung vieler Eier dürfte mit zwingender Nothwendigkeit darauf hinführen, dass der morphologische Werth des Keimbläschens durch die Befruchtung nicht verändert wird. Halten wir an diesem Satze fest, so ergibt sich die Alternative: entweder wird das Spermatozoon vom Keimbläschen assimilirt, gleichsam verspeist, oder aber es verschmelzen und vermischen sich mit einander einerseits der Leib des Keimbläschens mit dem Leib des Samenelements (d. h. dem ehemaligen Schwänzchen) und der Kern des Keimbläschens (der Keimfleck) mit dem Kern des Samenelementes (seinem ehemaligen Köpfchen). Letztere Ansicht dürfte aus theoretischen Gründen die wahrscheinlichere sein.

St. Petersburg im November 1879.

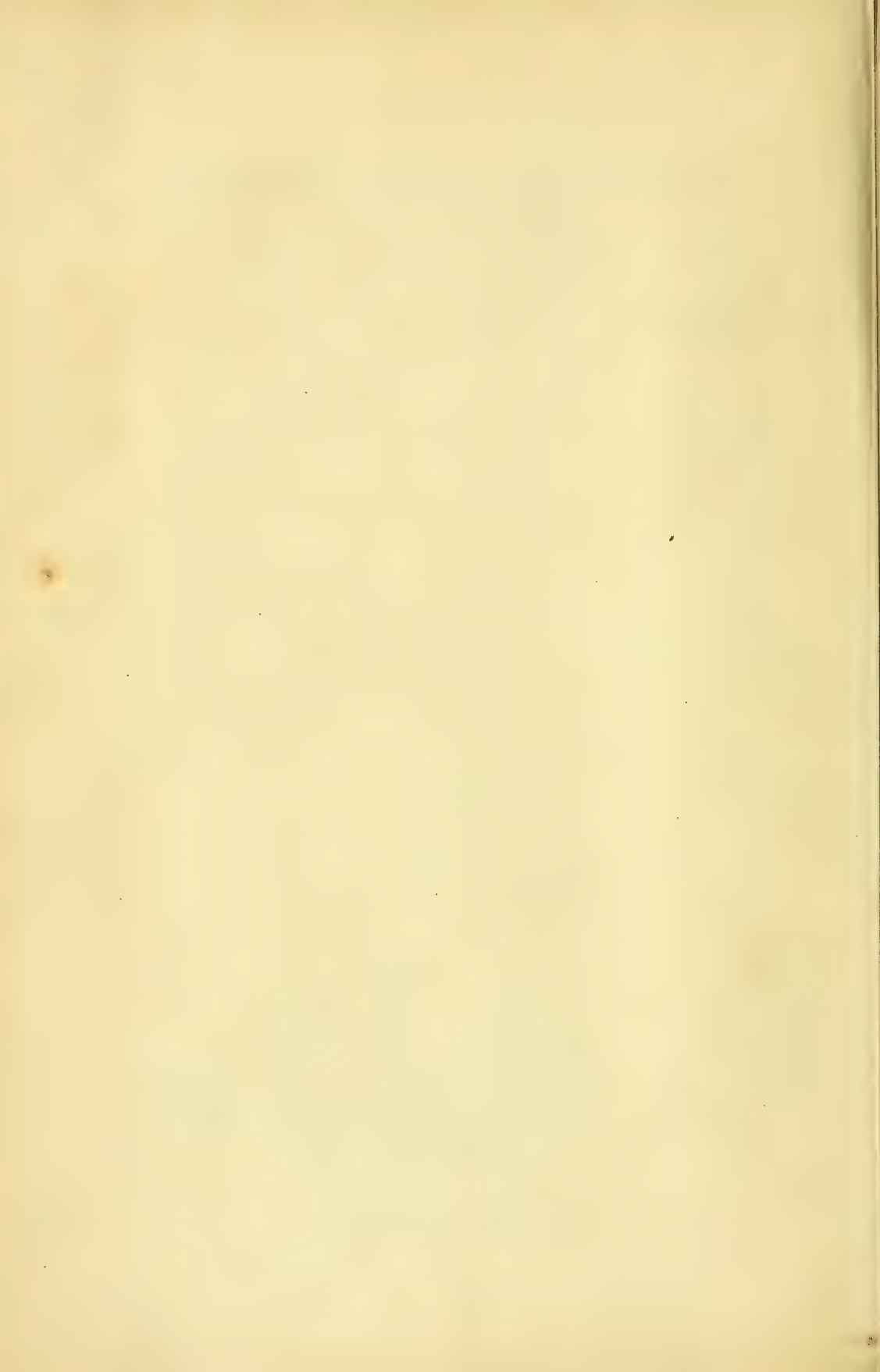




Fig. 1



Fig. 2

Fig. 3

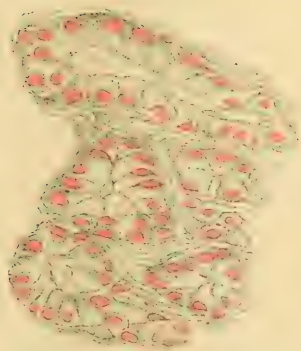
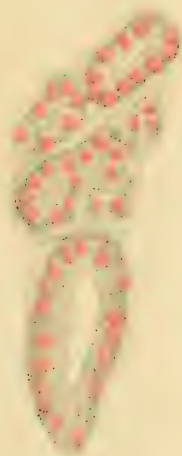


Fig. 4



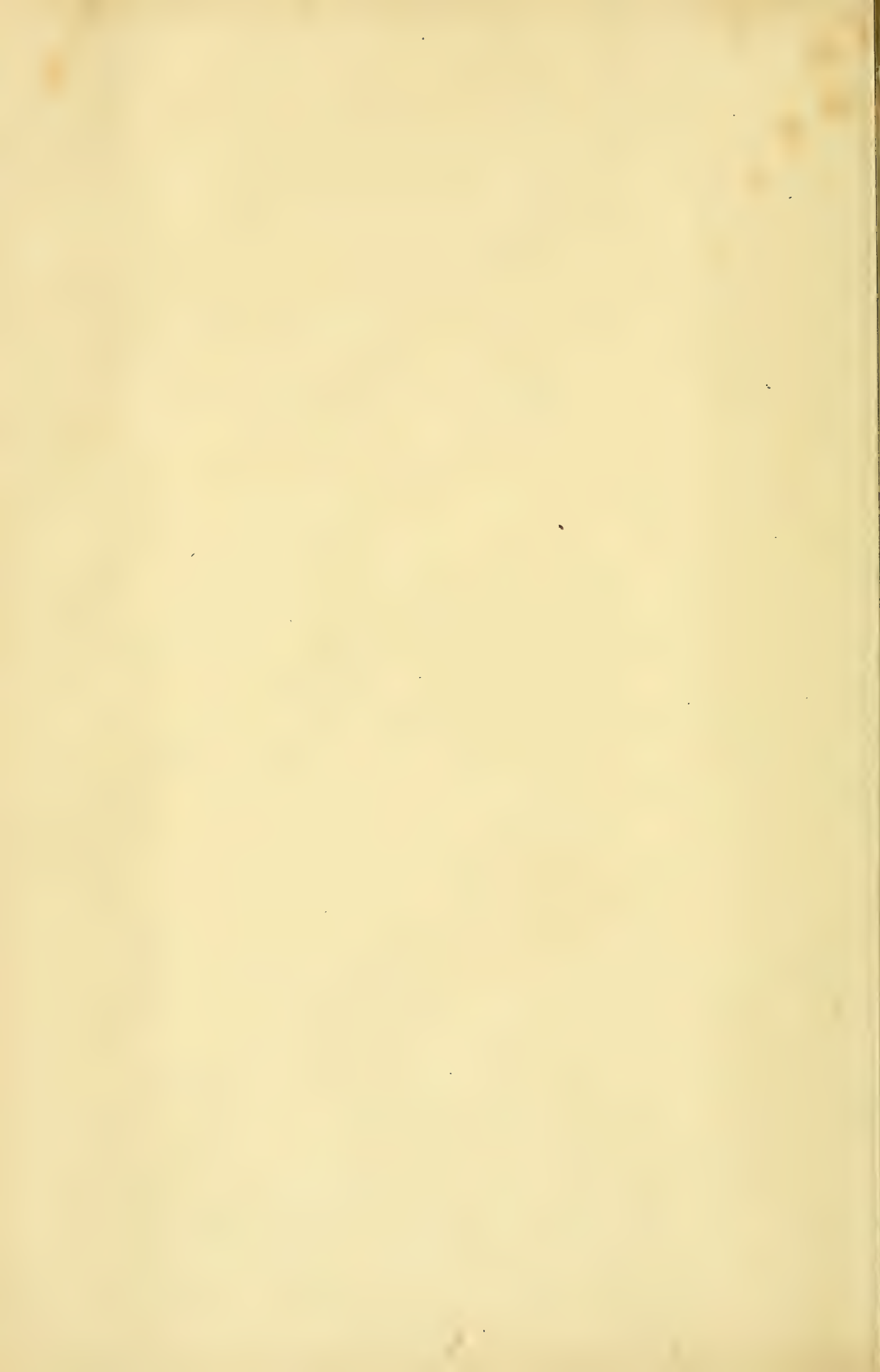


Fig. 1.



Fig. 3.

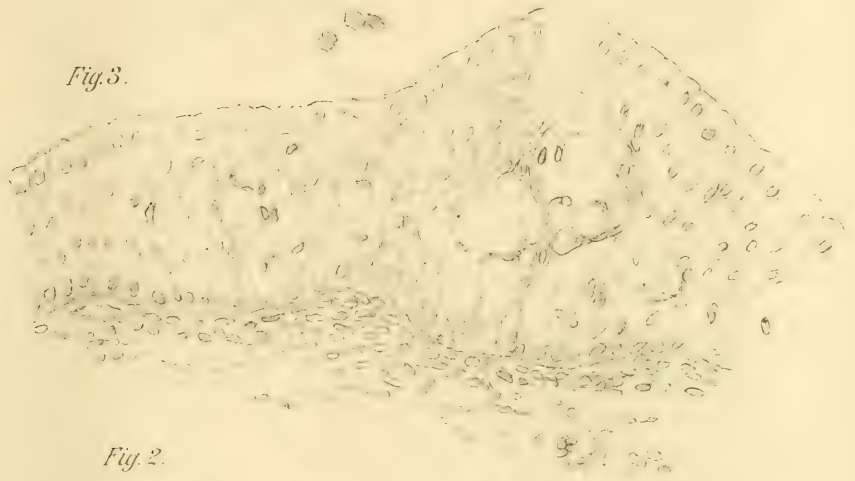


Fig. 2.

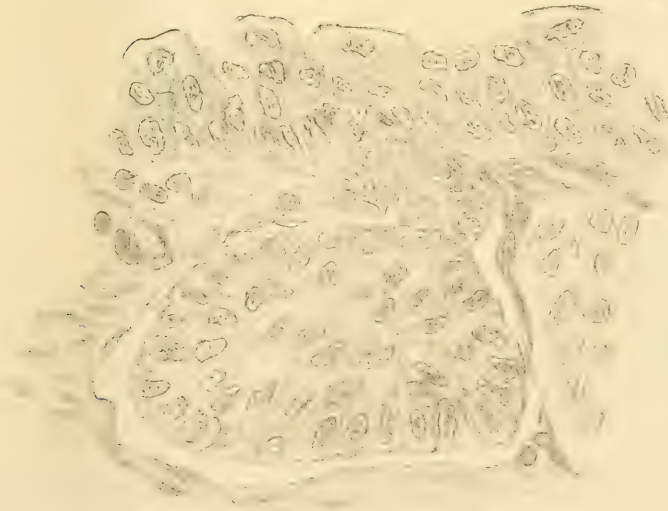




Fig. 1.

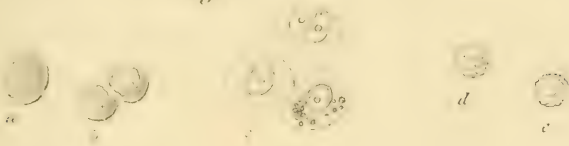


Fig. 2.

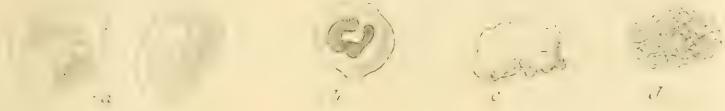


Fig. 3.



Fig. 4.

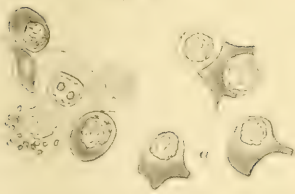


Fig. 5.

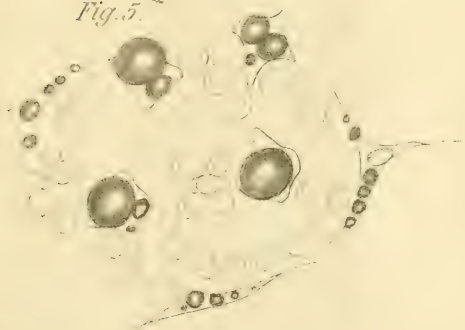


Fig. 6.

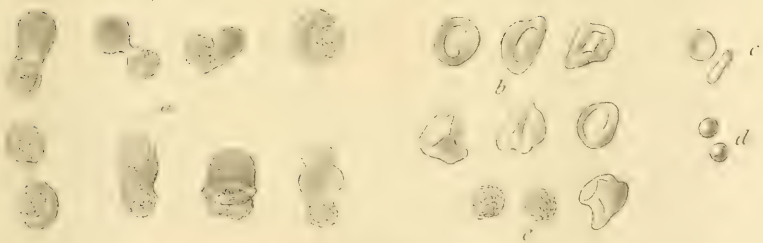
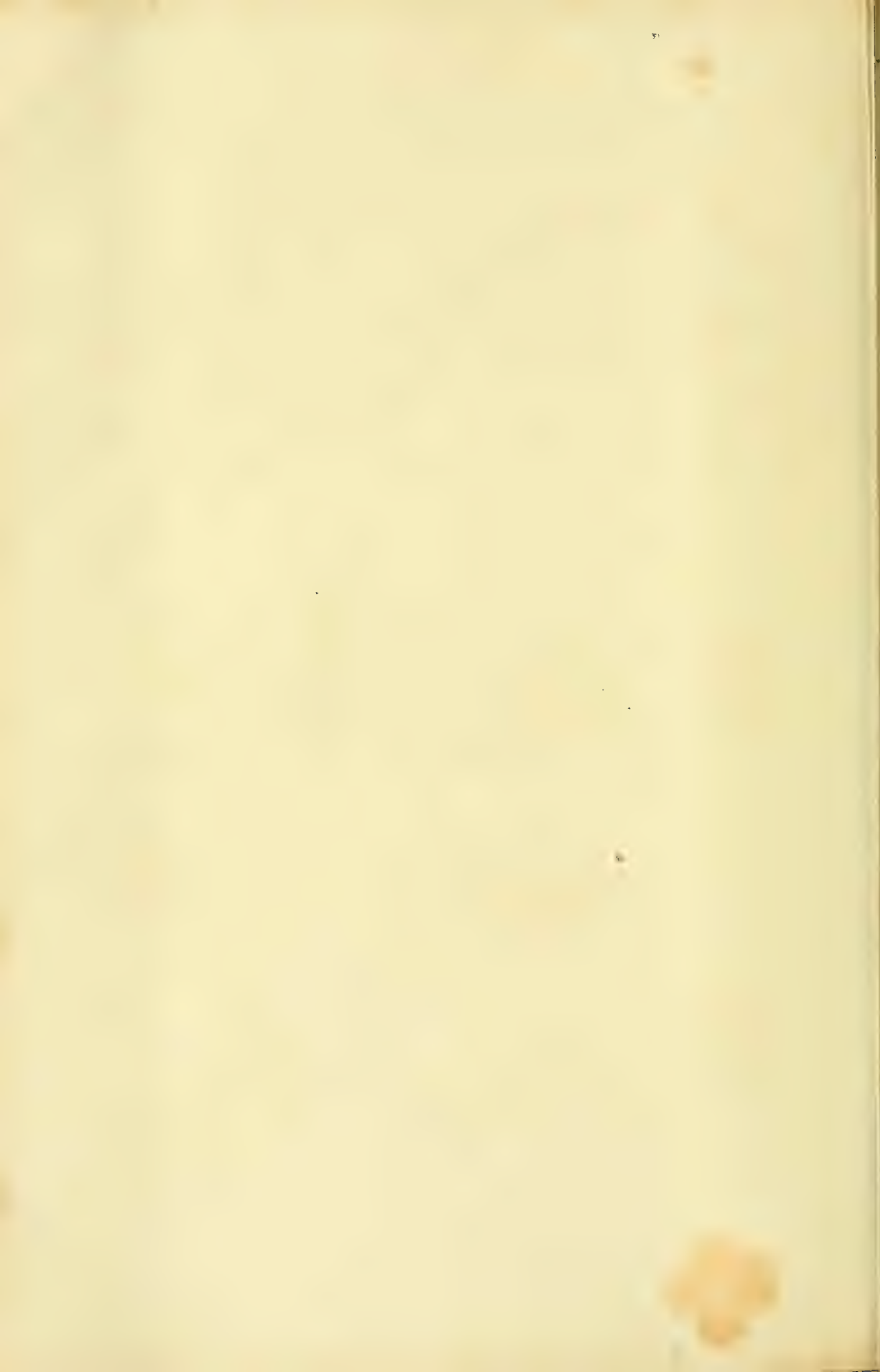


Fig. 7.





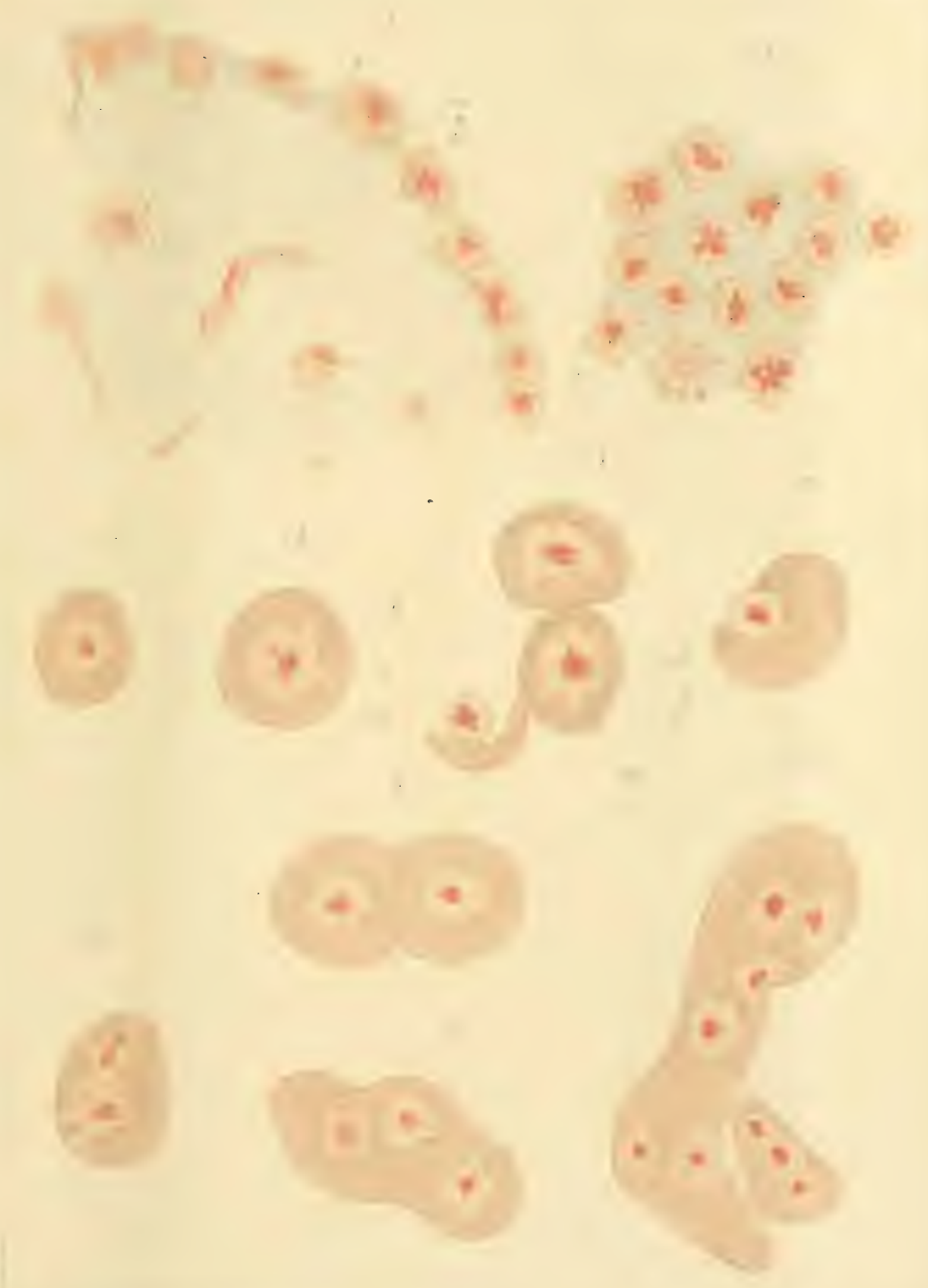










Fig. 1

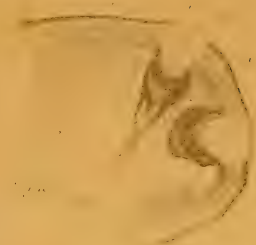


Fig. 2



Fig. 3

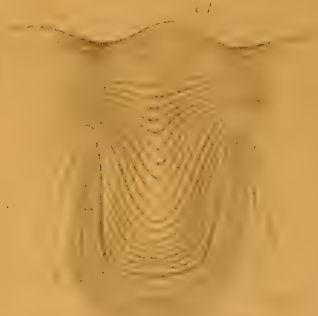


Fig. 4



Fig. 5

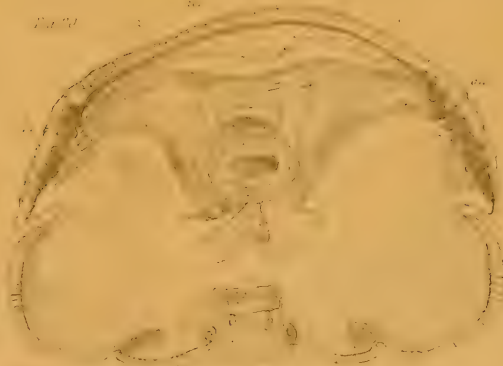


Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8

Fig. 9



Fig. 10



Fig. 1

Fig. 2

mkz.

gl.

Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6





Fig. 1.



Fig. 2a

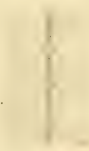


Fig. 2b



Fig. 3

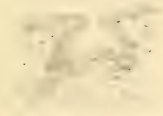


Fig. 3a

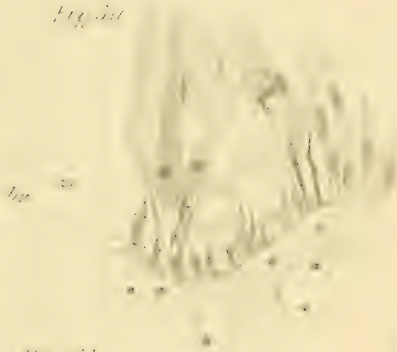


Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7

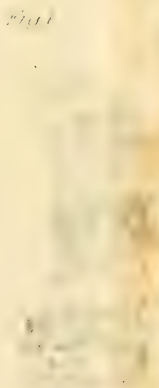


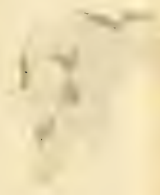
Fig. 8



Fig. 9



Fig. 10









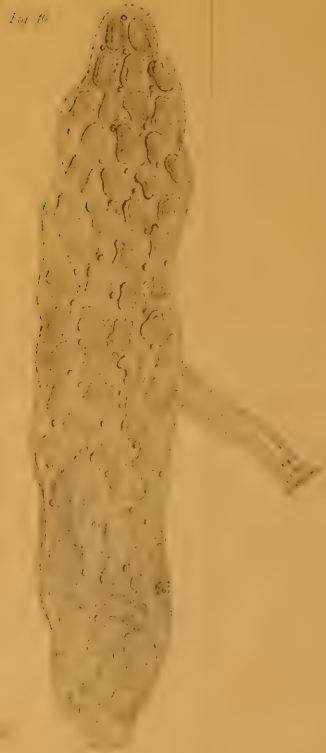
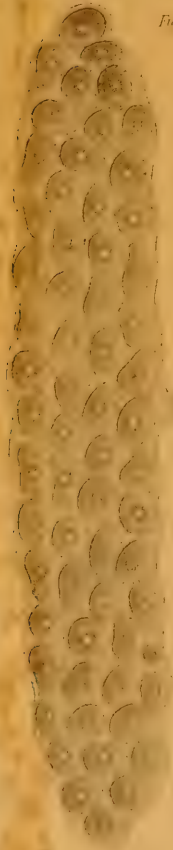




Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 6.



Fig. 4.



Fig. 3.



Fig. 5.

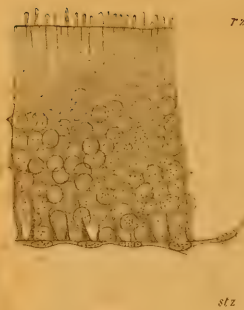


Fig. 7.



Fig. 8.



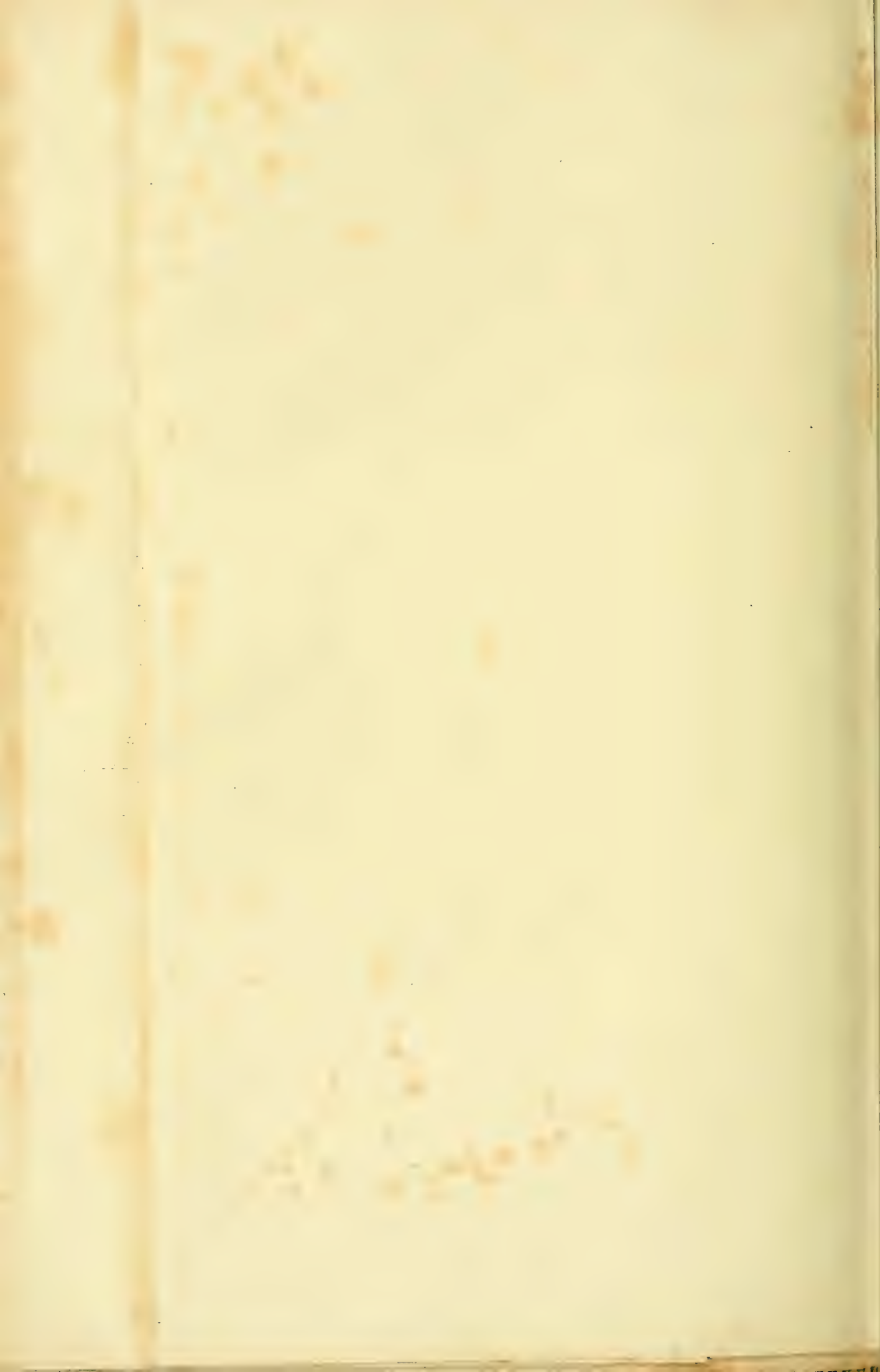




Fig. 1



Fig. 4



Fig. 8



Fig. 9

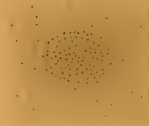


Fig. 10



Fig. 11



Fig. 12



Fig. 3



Fig. 5



Fig. 6

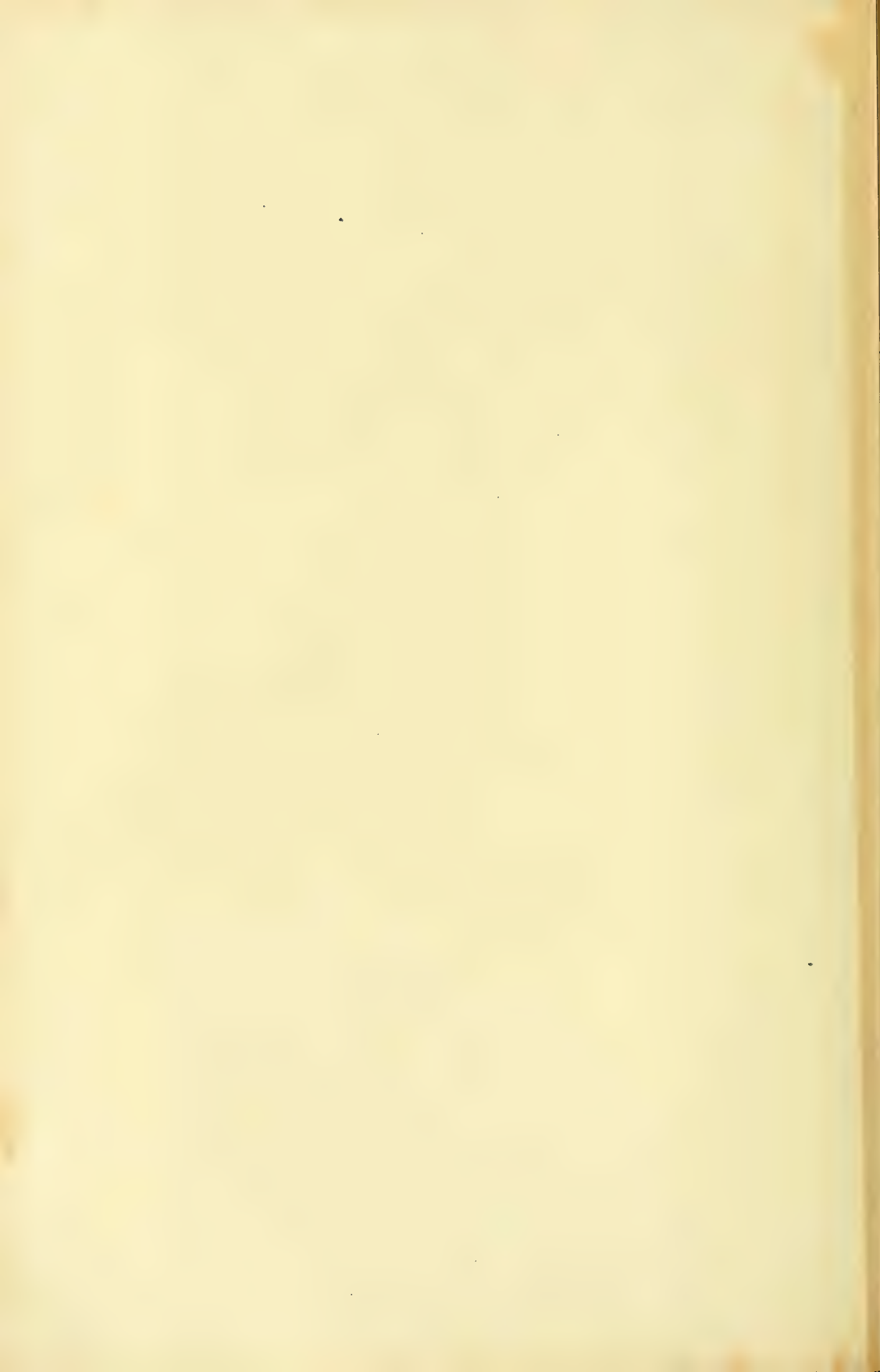


Fig. 7



Fig. 2





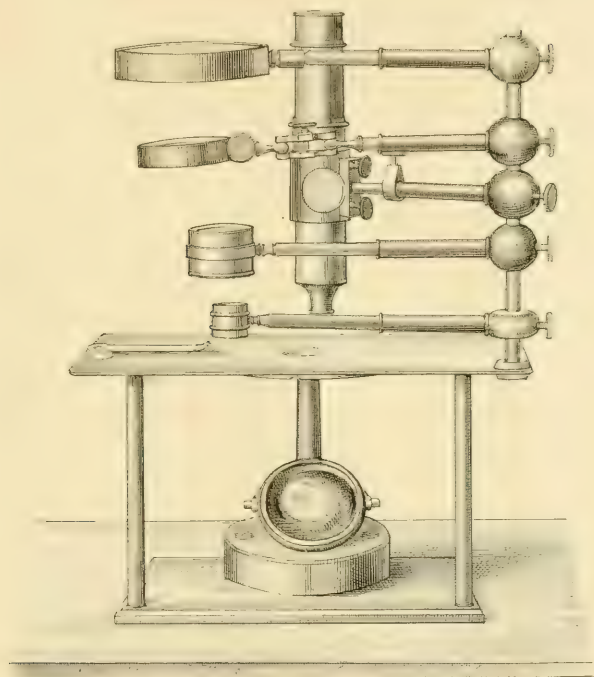






Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8

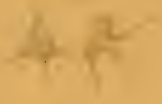


Fig. 9



Fig. 10

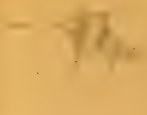


Fig. 11



Fig. 12



Fig. 13



Fig. 14



Fig. 15



Fig. 16



Fig. 17



Fig. 18



Fig. 19



Fig. 20



Fig. 21



Fig. 22



Fig. 23



Fig. 24



Fig. 25



Fig. 26



Fig. 27



Fig. 28



Fig. 29

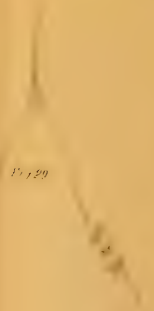


Fig. 30

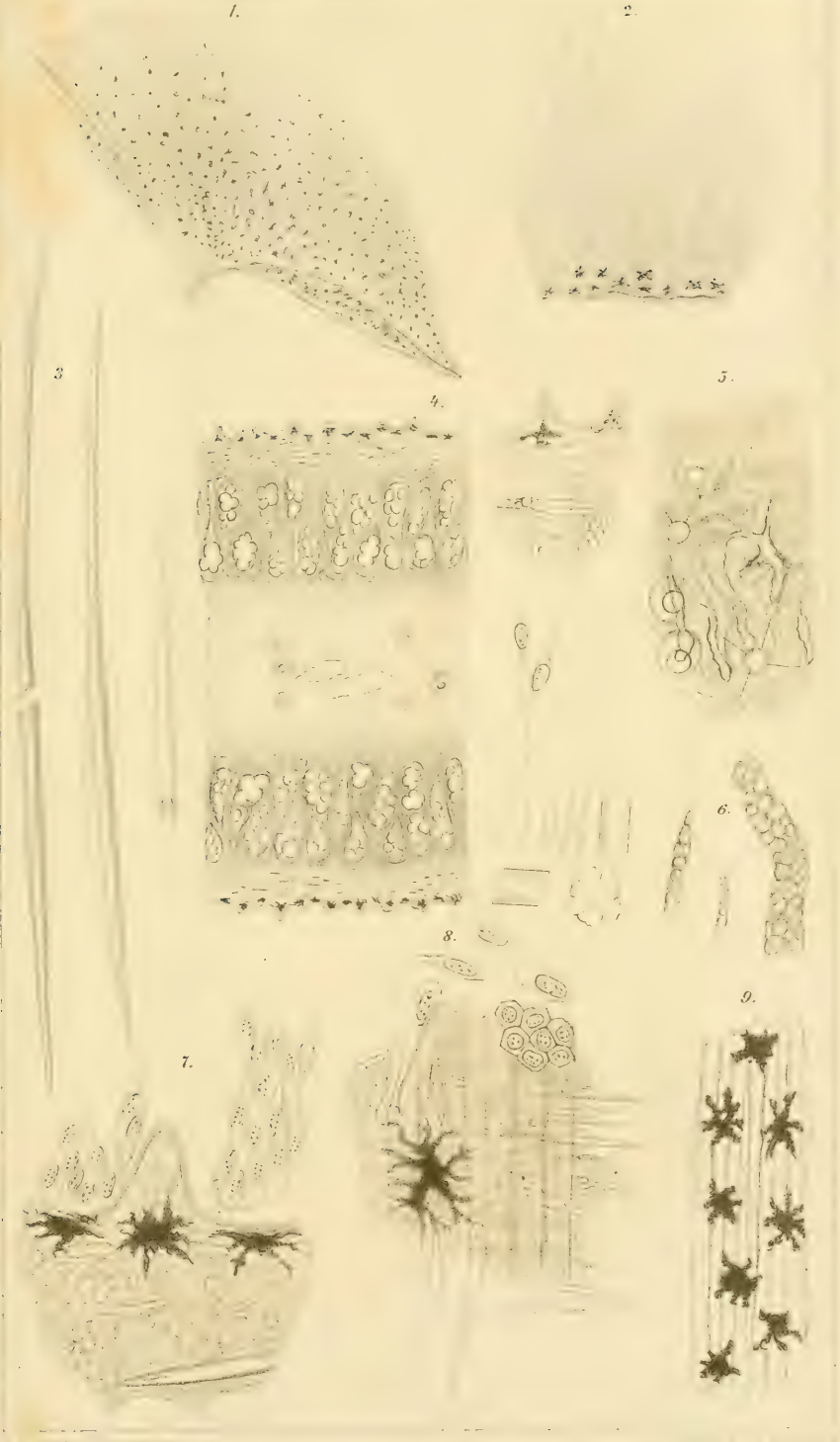


Fig. 31

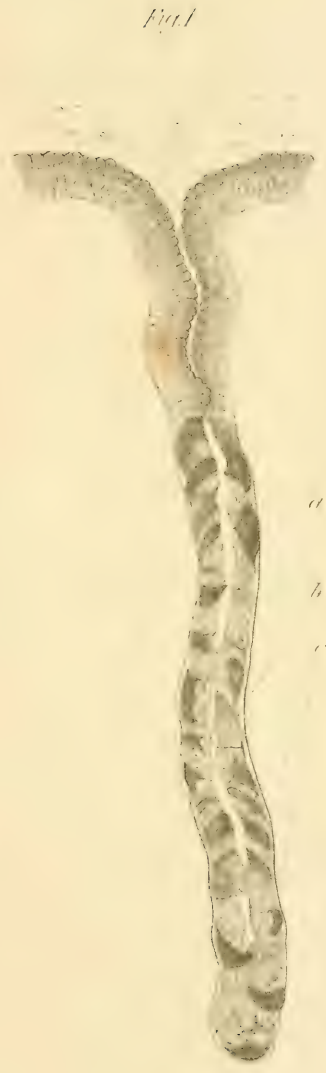


Fig. 32











sz s d b

Fig. 1.



Fig. 2.

b

sz

s

d





Fig. 1.



Fig. 1.



Fig. 1.

Fig. 8.

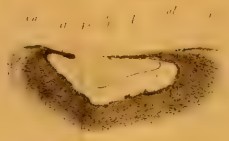


Fig. 9.

Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 10.



Fig. 4.



Fig. 5.

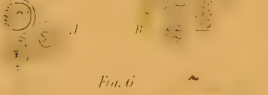


Fig. 6.



Fig. 7.

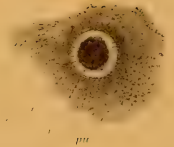


Fig. 4.



Fig. 11.

Fig. 12.



Fig. 13.

Fig. 14.





Fig. 17



Fig. 16

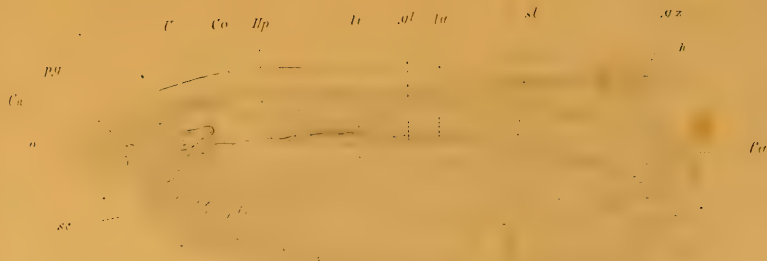


Fig. 15

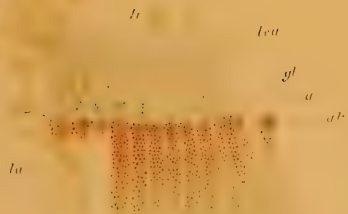


Fig. 19



Fig. 21

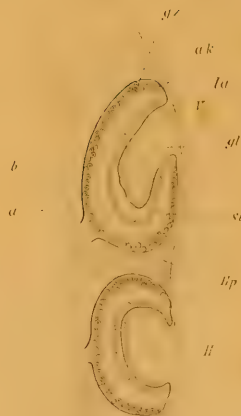


Fig. 22

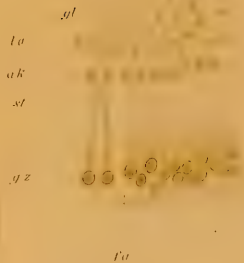


Fig. 18



Fig. 20







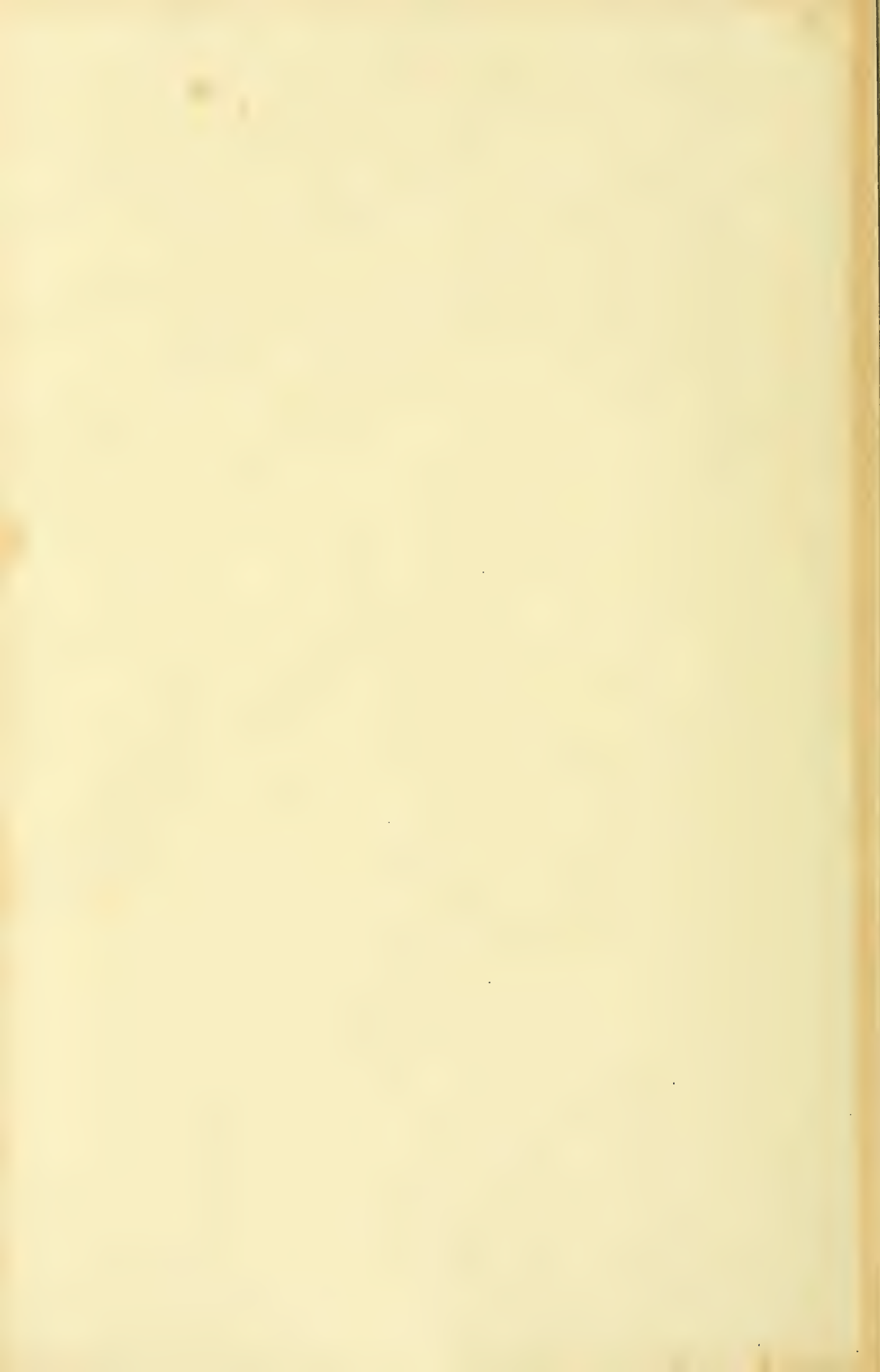
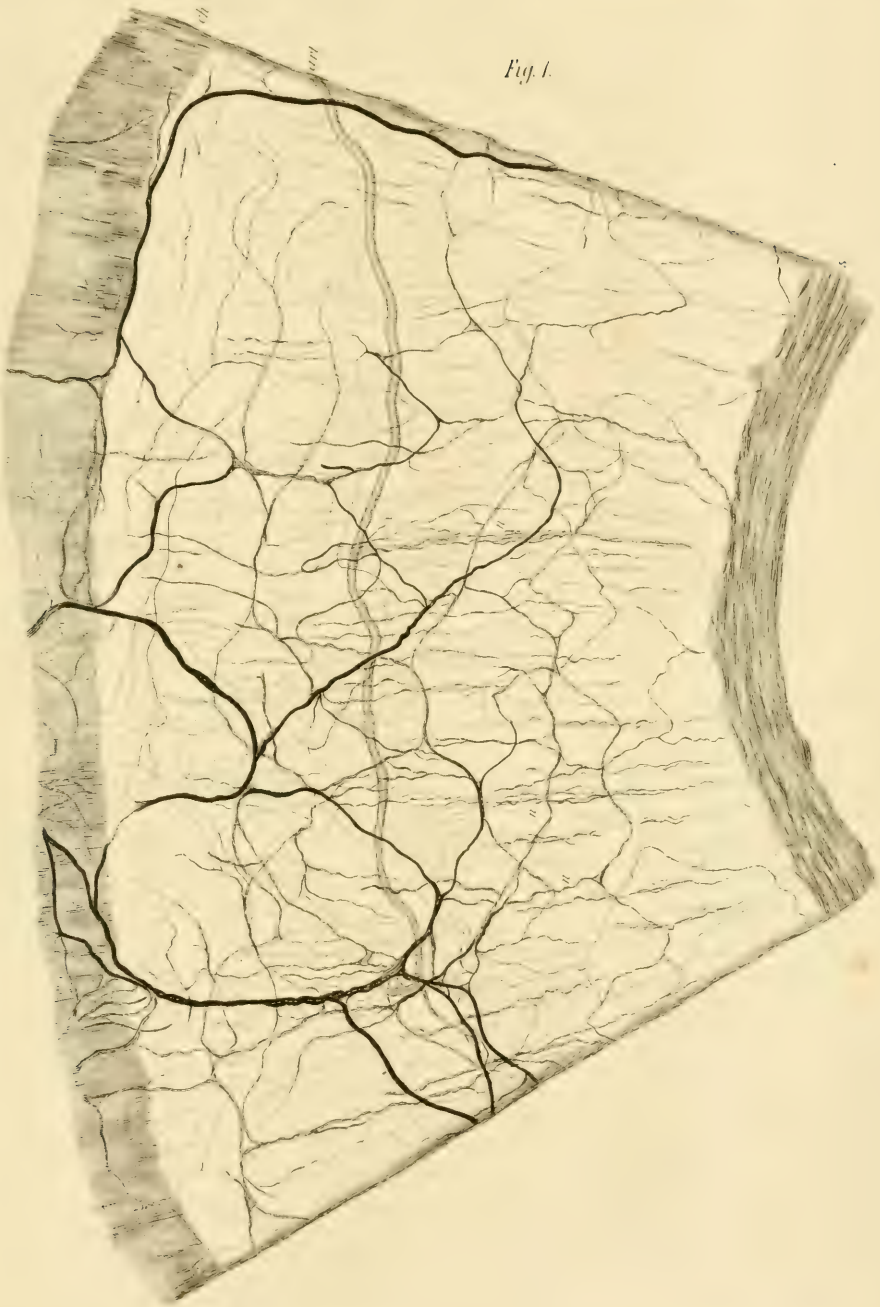
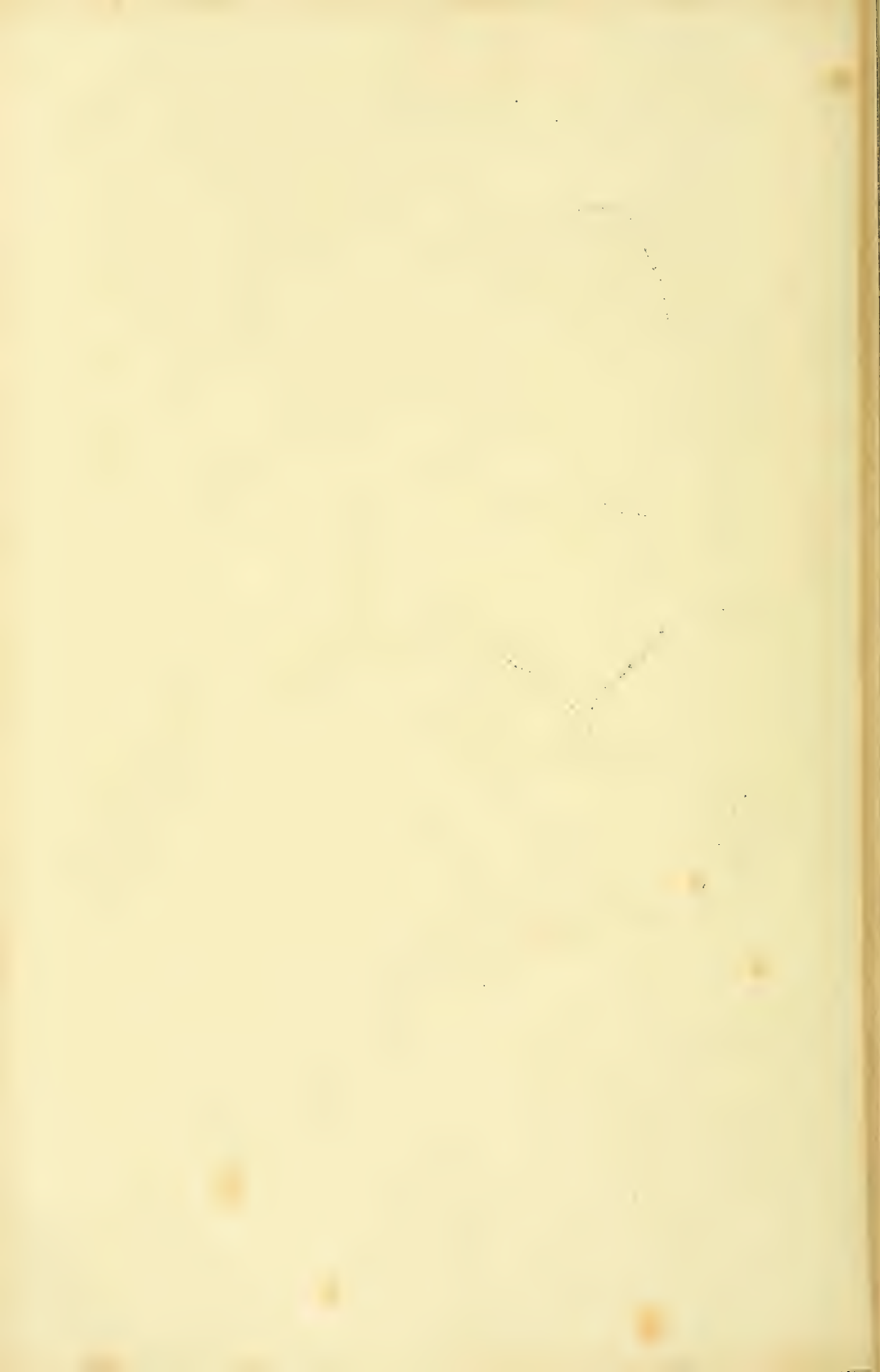


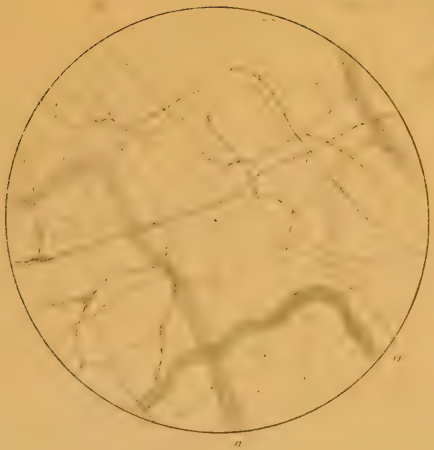
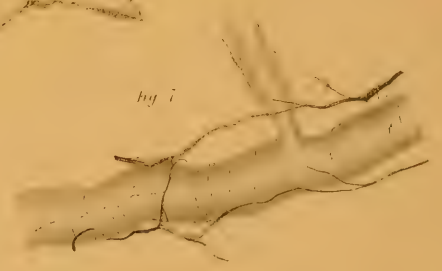
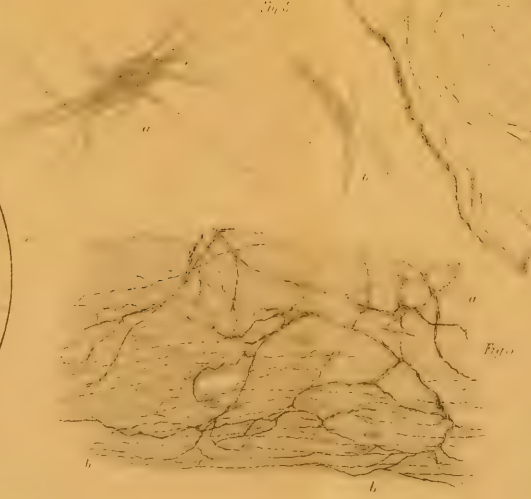
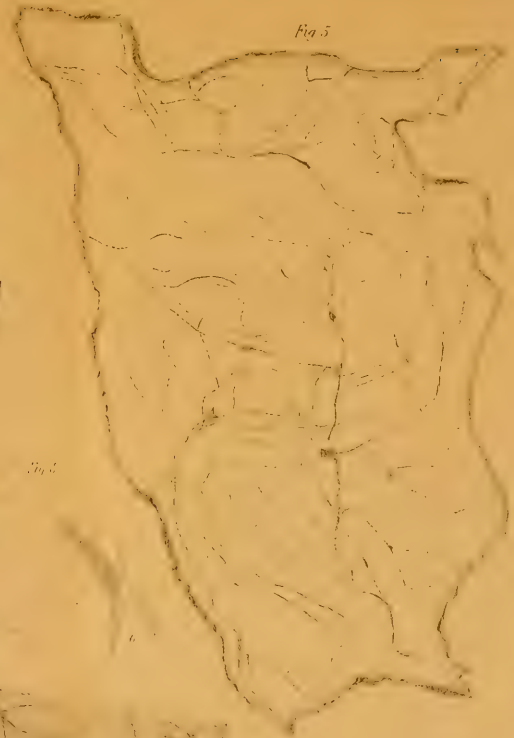
Fig. 1.



A. Dogiel pinxit.







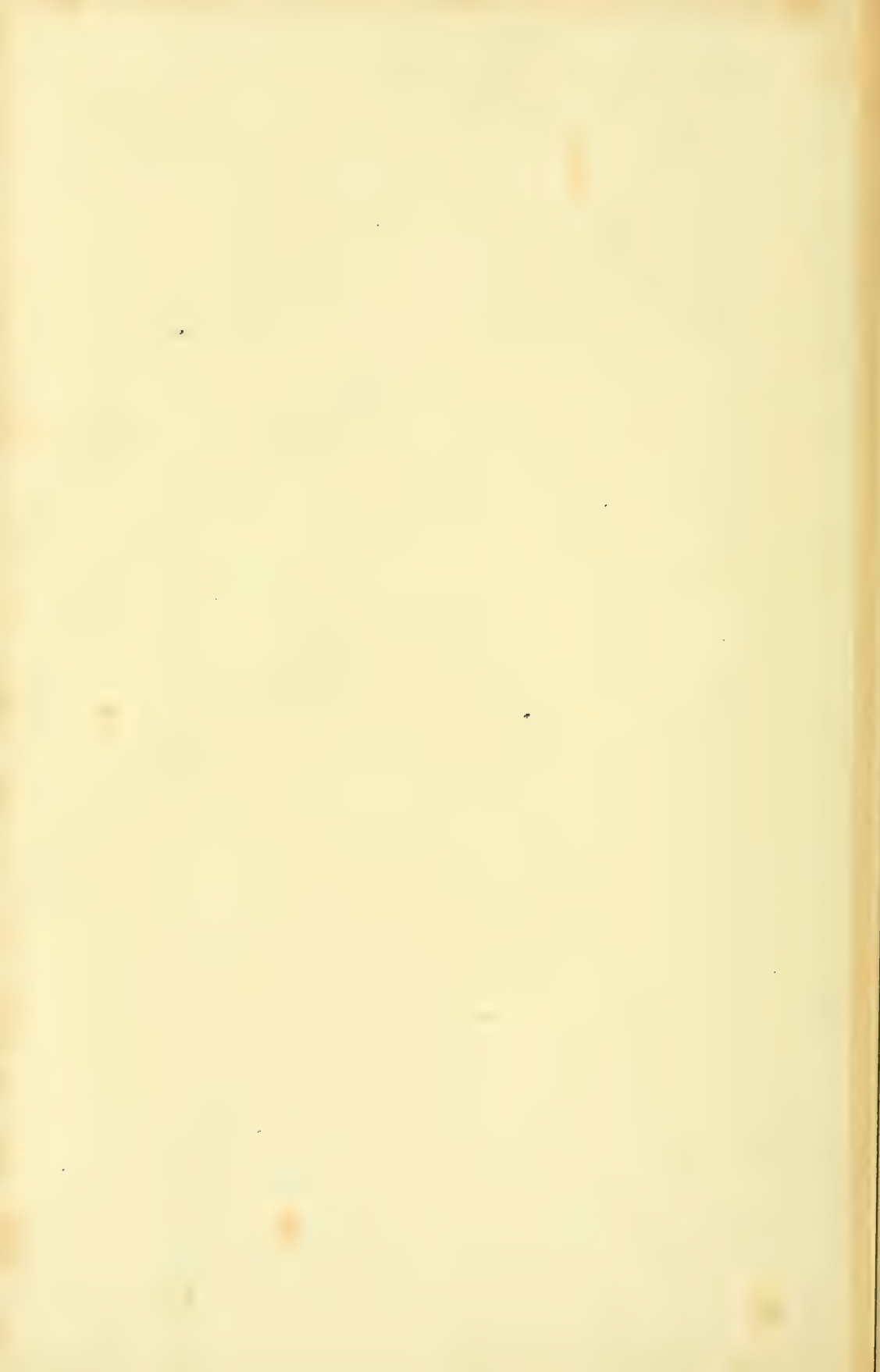










Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

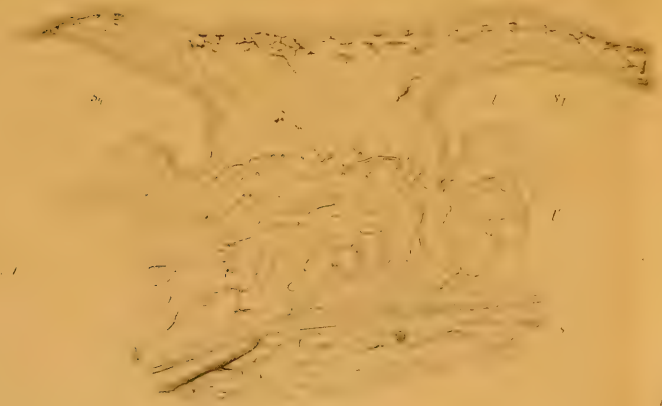


Fig. 4.



Fig. 5.

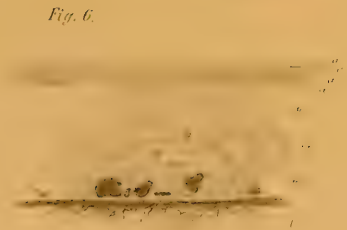


Fig. 6.



Fig. 7.



Fig. 8.



Fig. 9.



Fig. 10.



Fig. 11.



Fig. 12.



Fig. 12

Fig. 12



Fig. 17



Fig. 14



Fig. 16

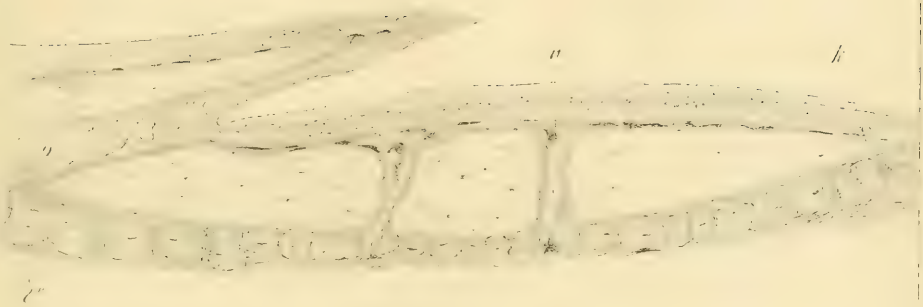


Fig. 16

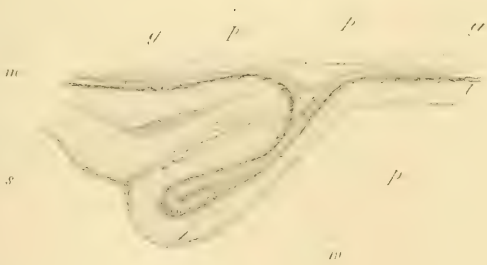


Fig. 15





Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

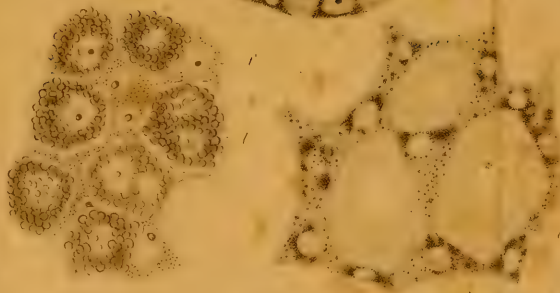


Fig. 4

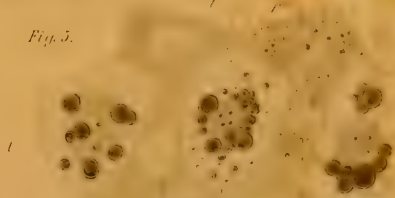


Fig. 5

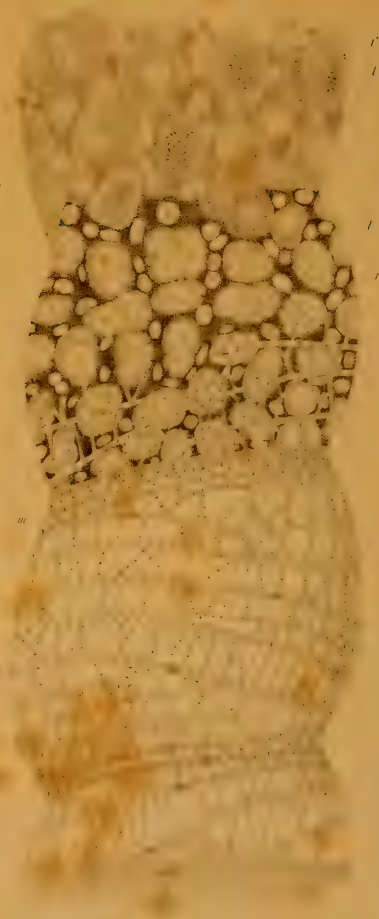








Fig. 1

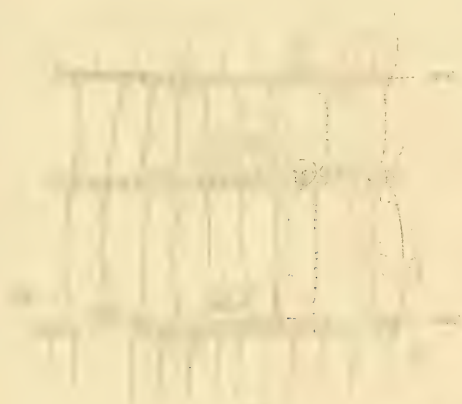


Fig. 2



ml

Fig. 4

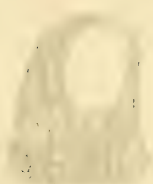


Fig. 5



Fig. 6



Fig. 3



Fig. 7





Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

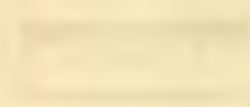


Fig. 4

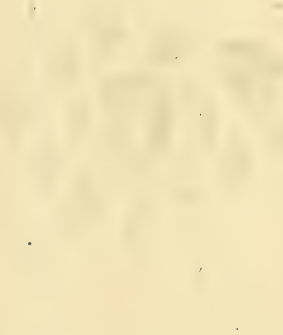


Fig. 5



Fig. 6

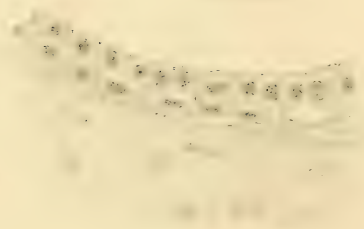
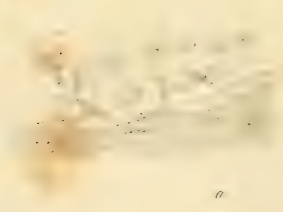
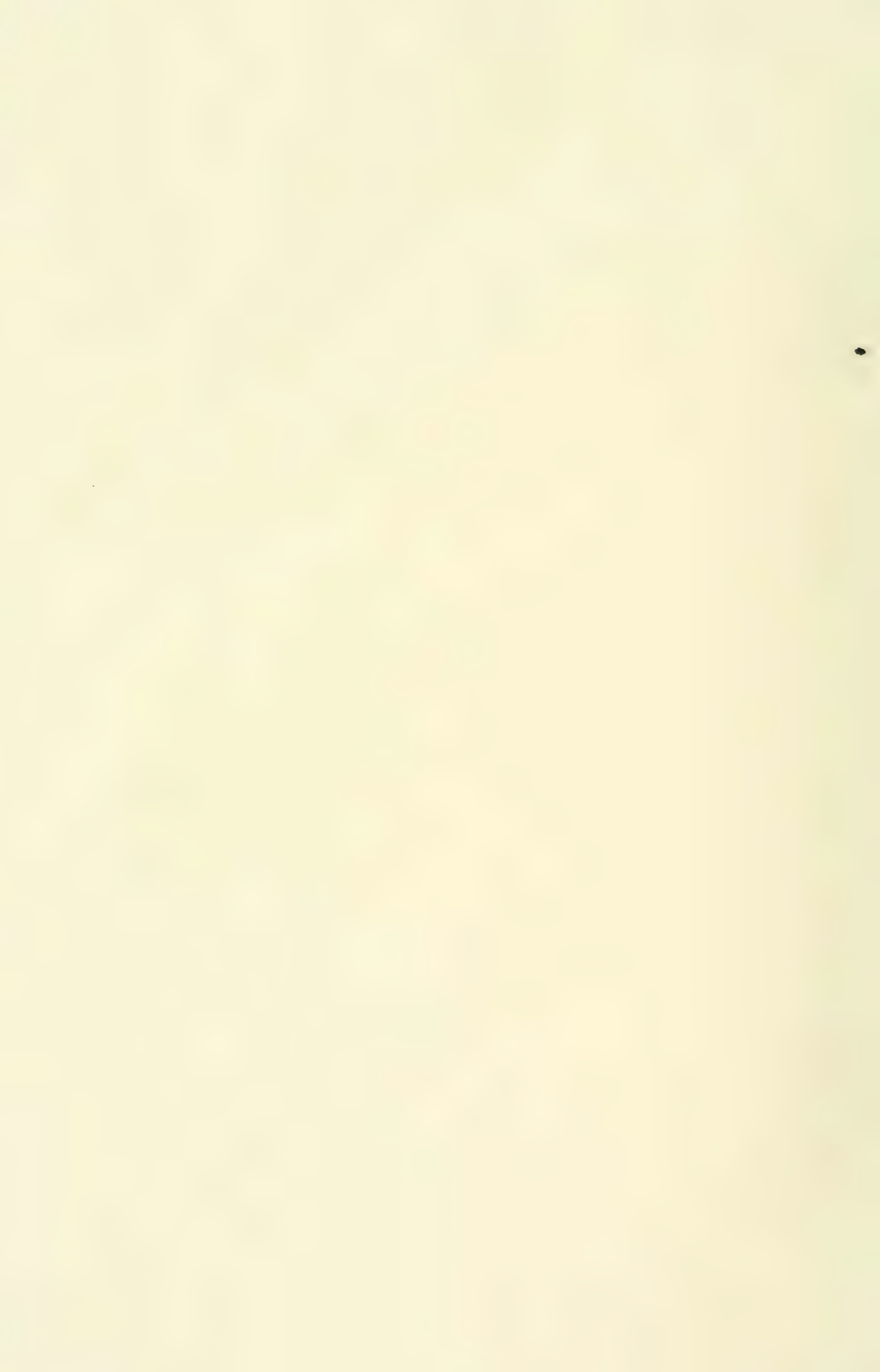


Fig. 7











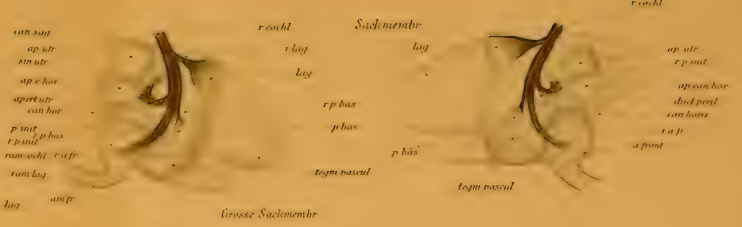


12.

13.

14.

15.



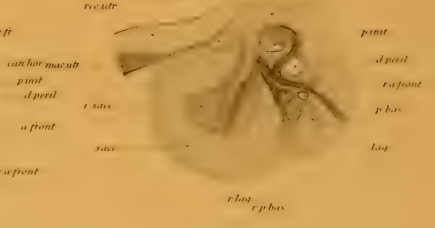
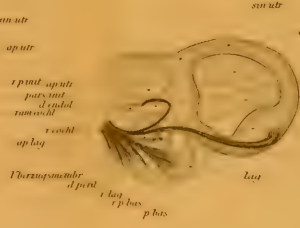
Grosse Sacmembr.

17.

16.

18.

19.



20.

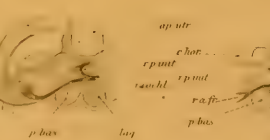
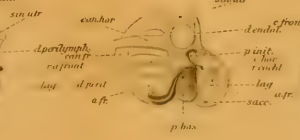
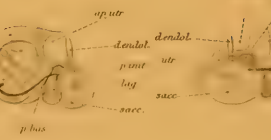
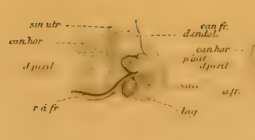
21.

22.

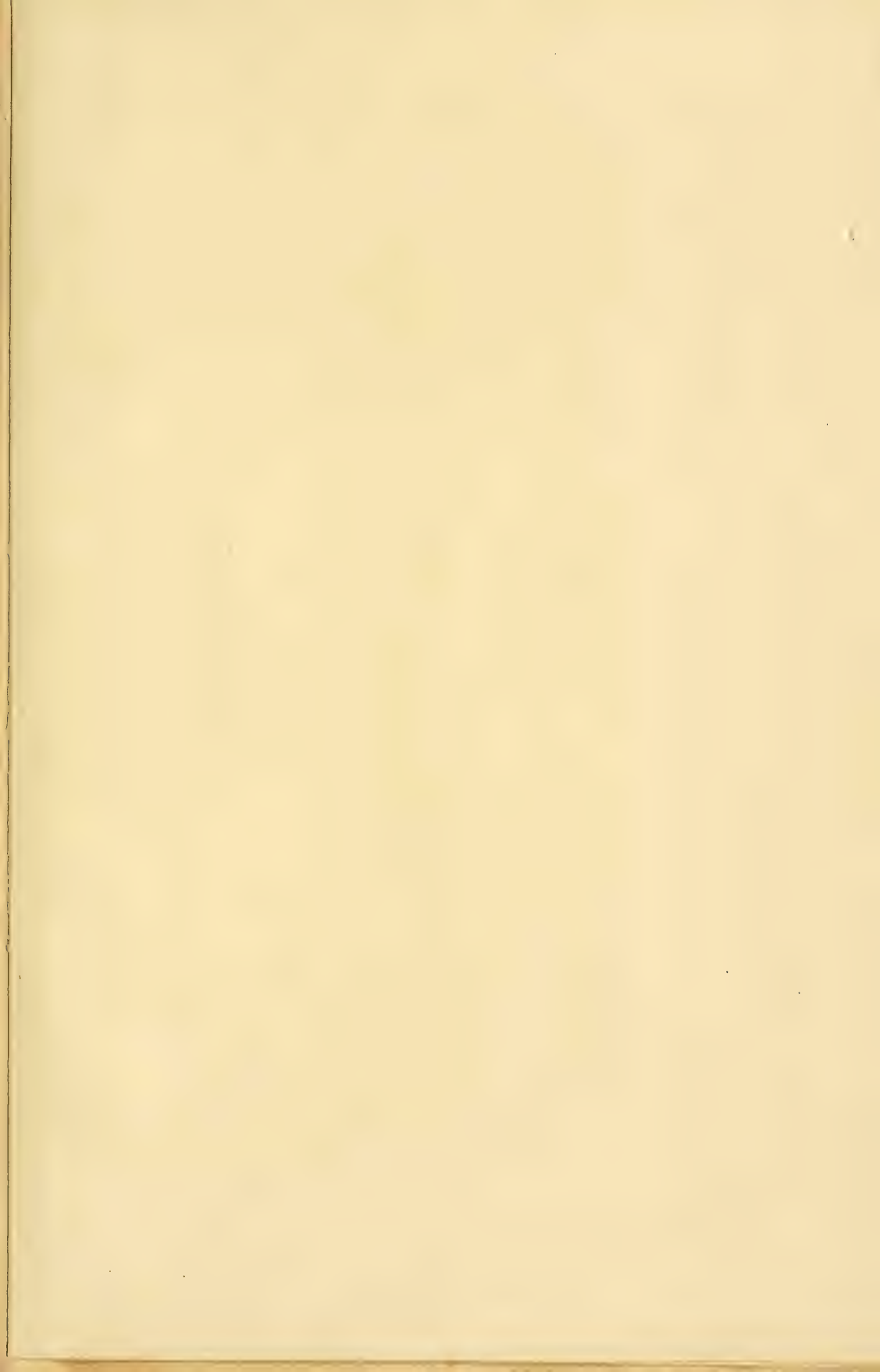
23.

24.

25.





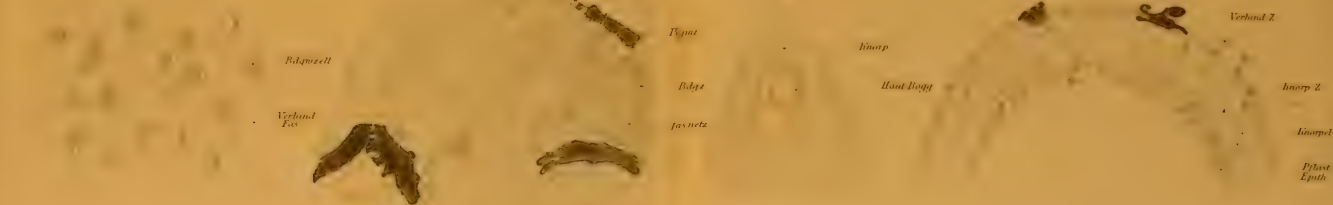


26

27

28

29



30

32

33

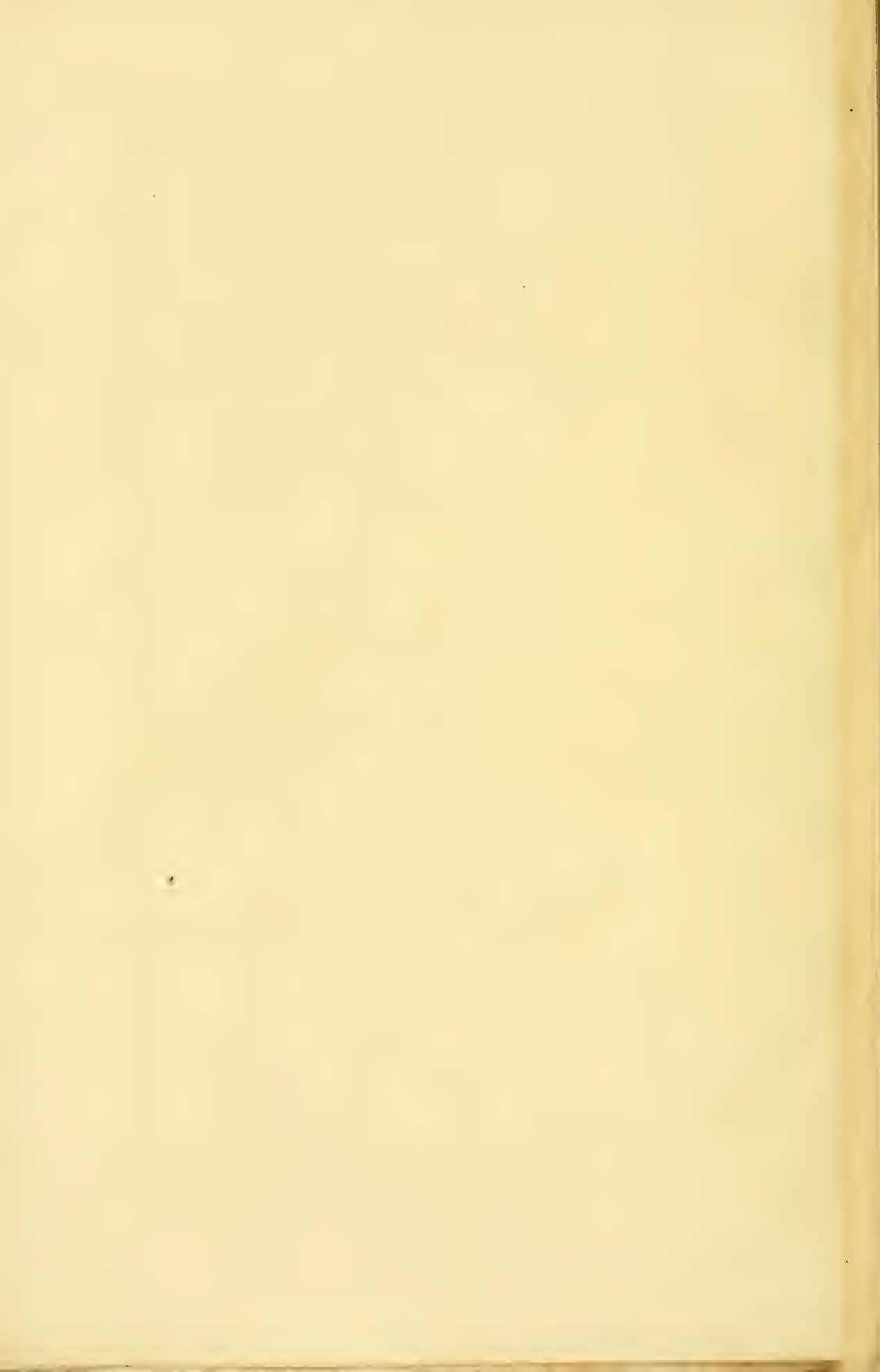


34

35

36





37

Boar



39

Boar



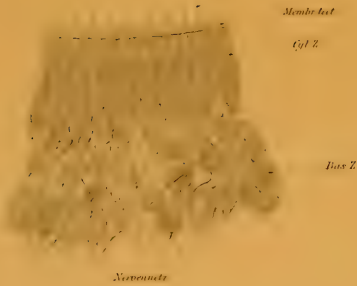
40

Boar



41

Boar



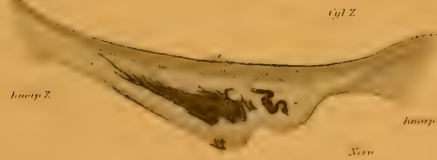
42



Boil. Z.

43

Boil. Z.



45

Hollern



44

strucullos M

46

Duct. endol.

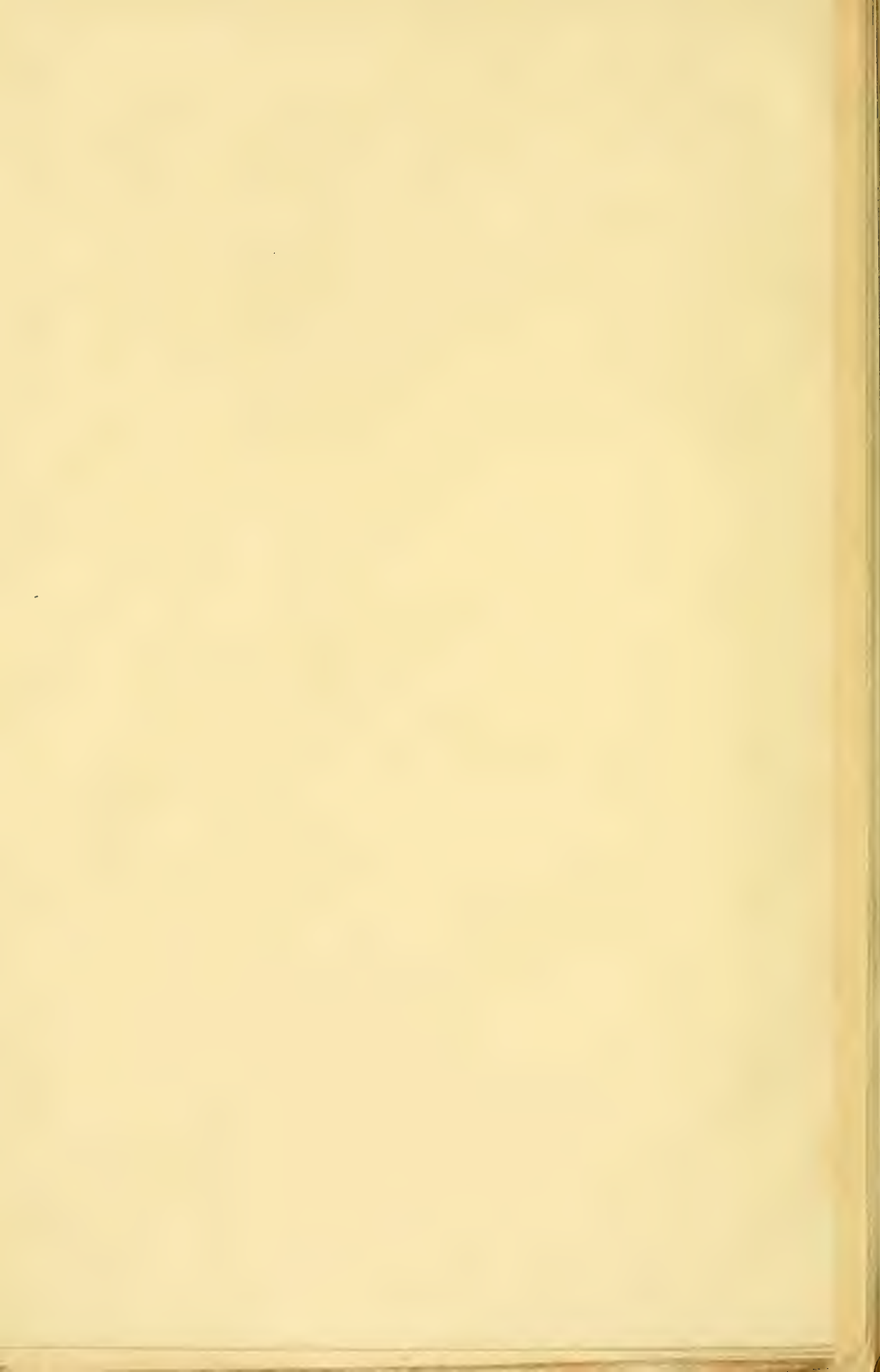
Foss. subol.

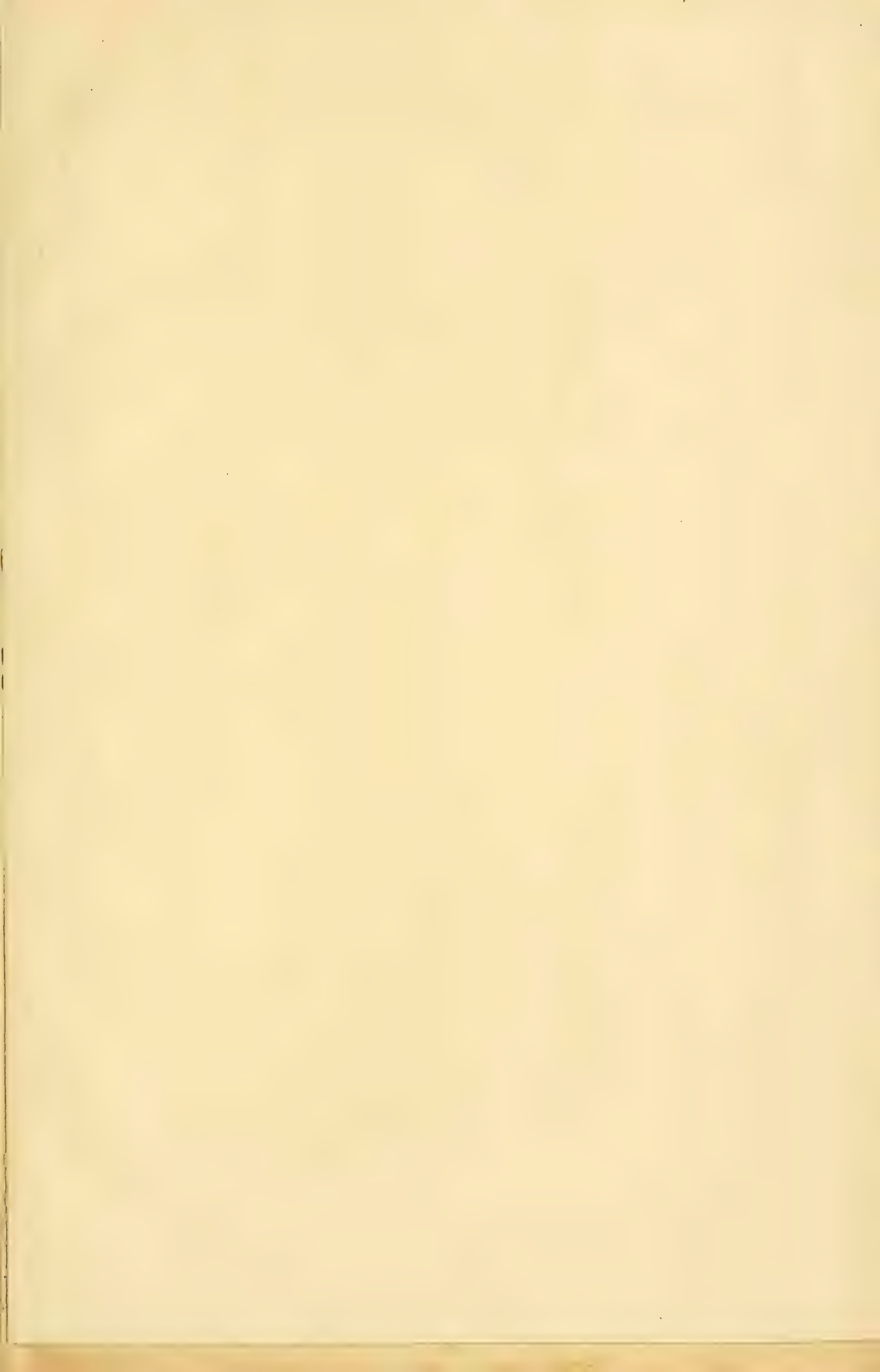


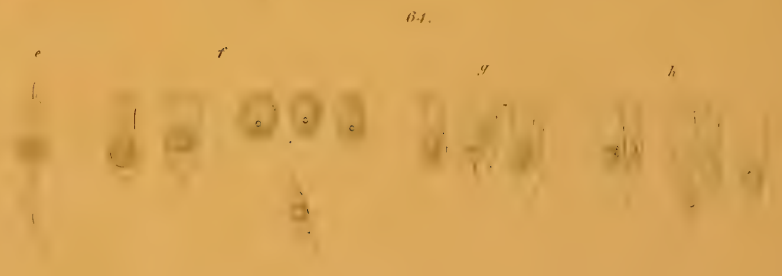
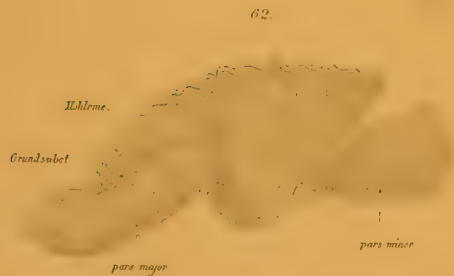
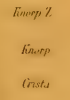
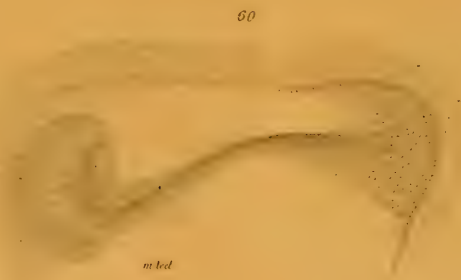


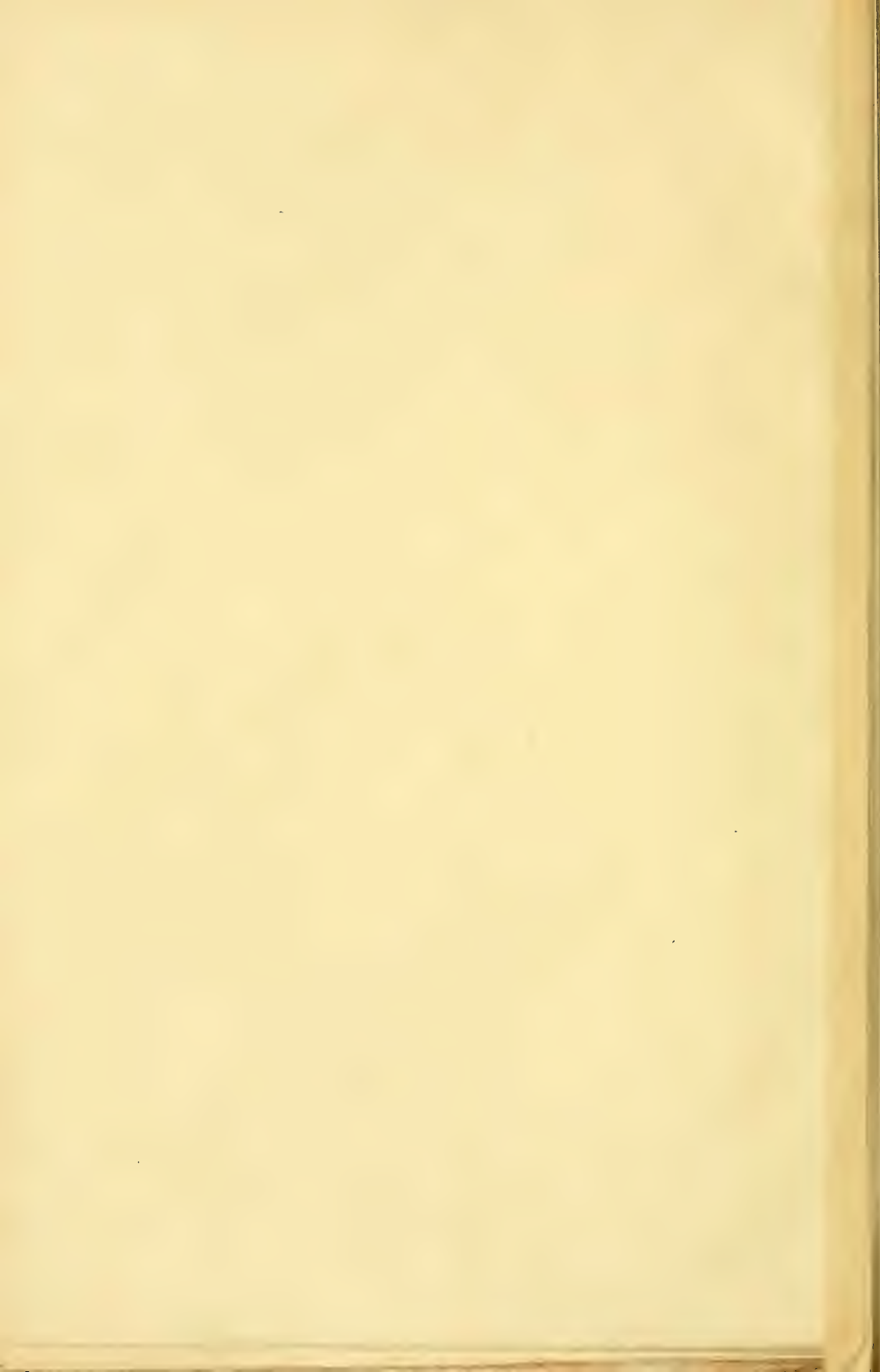






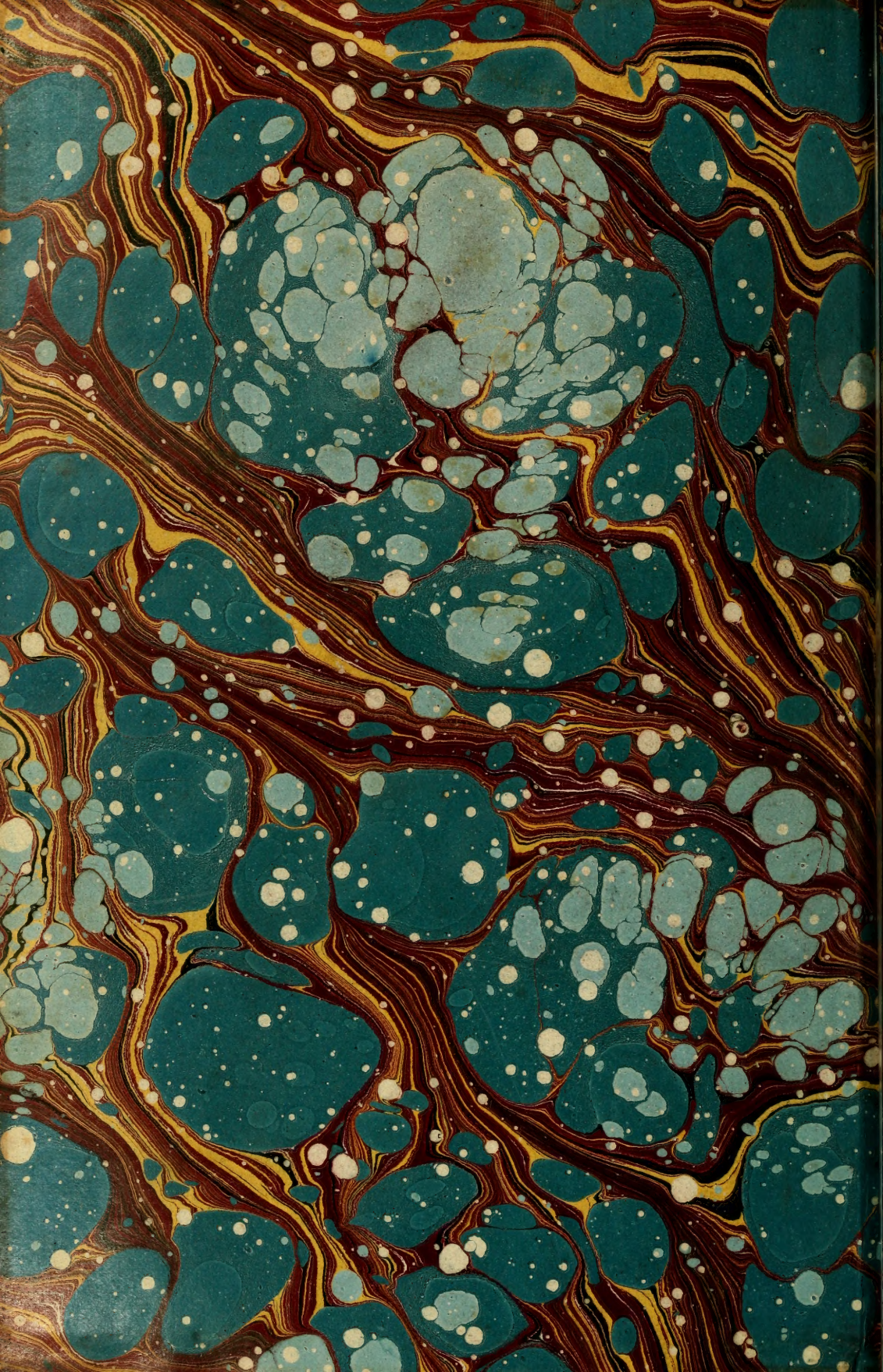








15925



MBL WHOI Library - Serials



5 WHSE 02594

